VISIT…

О. [illegible]

ОПТИЧЕСКИЕ ВИНТОВОЧНЫЕ И ПУЛЕМЕТНЫЕ ПРИЦЕЛЫ

С. НИКОЛАЕВ

ОПТИЧЕСКИЕ ВИНТОВОЧНЫЕ И ПУЛЕМЕТНЫЕ ПРИЦЕЛЫ

★

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА—1934

НИКОЛАЕВ С. «*Оптические винтовочные и пулеметные прицелы*». Автор излагает устройство, обращение, уход и технику применения оптических винтовочных и пулеметных прицелов. Этому изложению предшествует краткое ознакомление с основными элементами оптики и с основными свойствами оптических прицелов. Труд предназначается для среднего начсостава РККА.

К печати подгото
О. Люлько, выпу
чати 4/II 34 г. Ф
Уполномоченный

18-я типография треста «Полиграфкнига», Москва, Варгунихина гора, 8.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

От автора 4

Глава I. **Основные свойства оптических прицелов**

§ 1. Оптические стекла 5
§ 2. Глаз 8
§ 3. Зрительная труба (телескоп) 12
§ 4. Увеличение в зрительной трубе 15
§ 5. Поле зрения трубы 16
§ 6. Зрачки 18
§ 7. Светосила 21
§ 8. Характеристика оптической части прицела 24
§ 9. Понятие о призменных оптических системах 25
§ 10. Прицеливание с оптическим прицелом 30

Глава II. **Винтовочные оптические прицелы**

§ 11. Назначение прицела 34
§ 12. Тактико-технические требования к винтовочному оптическому прицелу 34
§ 13. Устройство винтовочного оптического прицела 38
§ 14. Приспособление для установки прицела по глазу 45
§ 15. Выбор точки прицеливания при стрельбе с оптическим прицелом 46
§ 16. Установка прицела на винтовку (*монтаж прицела*) 48
§ 17. Выверка (регулировка) винтовочного оптического прицела . . 55
§ 18. Поверка боя винтовки с оптическим прицелом 55
§ 19. Определение дистанции с помощью оптического прицела . . . 57
§ 20. Сбережение прицела 59
§ 21. Оптические винтовочные прицелы для стрельбы ночью . . . 60

Глава III. **Пулеметные оптические прицелы**

§ 22. Типы пулеметных оптических прицелов 63
§ 23. Назначение и тактико-технические требования к прицелам для станковых пулеметов 64
§ 24. Основные вопросы устройства (конструкции) оптического прицела для станковых пулеметов 67
§ 25. Влияние наклона лимба панорамы на точность горизонтальной наводки 72
§ 26. Установка прицела на пулемете 75

ОТ АВТОРА

В рамках официальных наставлений является невозможным изложение теоретических основ устройства предметов вооружения и тенденций их развития. Поэтому является необходимым издание такой литературы, которая знакомила бы командира с этими вопросами и облегчала бы пользование наставлением. Эту задачу и ставил себе автор при написании работы.

Работа рассчитана на среднего командира, знакомого по курсу физики с основными законами оптики.

Учитывая отсутствие до настоящего времени полного наставления по винтовочному оптическому прицелу, автор стремился изложить основные вопросы устройства и применения винтовочного прицела. Наличие по пулеметному прицелу полного наставления, изданного УВП ГАУ, позволило в главе III ограничиться изложением только основных вопросов конструкции пулеметных прицелов, а также тех тенденций, которые наметились в их развитии в последнее время за рубежом.

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ОПТИЧЕСКИХ ПРИЦЕЛОВ

★

§ 1. Оптические стекла

Каждый оптический прицел состоит из оптической и механической частей. Оптическая часть предназначена для рассматривания цели, выбора точки прицеливания и для наводки; механическая часть прицела содержит механизмы для установки углов прицеливания, углов местности и углов боковой наводки.

Оптическая часть прицела, подобно всем оптическим приборам, состоит из оптических стекол: линз и призм.

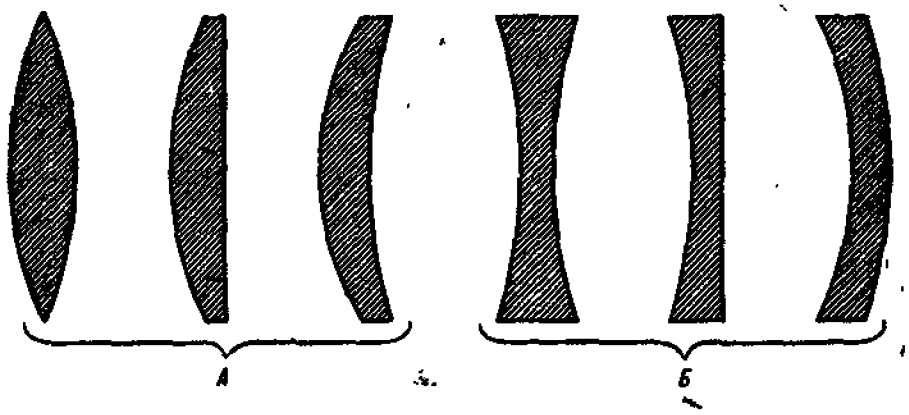

Рис. 1. Типы линз.
А—собирательные, *Б*—рассеивающие

Линзой называется оптическое стекло, ограниченное одной или двумя шаровыми поверхностями или только одной шаровой поверхностью и плоскостью. На рис. 1 показаны различные типы линз. Прямая, проходящая через центры шаровых поверхностей линзы, называется ее главной оптической осью. Если линза имеет одну поверхность плоскую, то главная оптическая ось перпендикулярна плоской поверхности линзы и проходит через центр второй шаровой поверхности. Все линзы делятся на собирательные (рис. 1 *А*) и рассеивающие (рис. 1 *Б*). Если световой луч от какой-нибудь светящейся точки проходит через линзу, то собирательная линза отклоняет его по направлению к главной оптической оси, а рассеивающая линза, наоборот, от главной оптической оси (рис. 2).

Если на собирательную линзу падает пучок лучей, параллельных главной оптической оси, то, как показывают теория и опыт, все такие лучи после преломления проходят через точку $Ф$ (рис. 3), лежащую на главной оси. Точка эта называется фокусом линзы, а расстояние от точки $Ф$ до середины стекла $О$ — фокусным расстоянием.

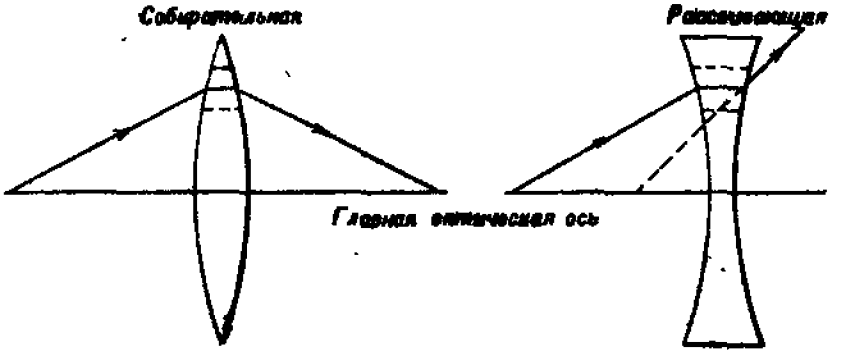

Рис. 2. Ход лучей в собирательной и рассеивающей линзах

Обратно пучок лучей, исходящих из фокуса линзы $Ф$ (рис. 4), после преломления становится параллельным главной оптической оси.

У всякой линзы всегда имеются два фокуса $Ф$; расположены они по главной оптической оси линзы, один — слева,

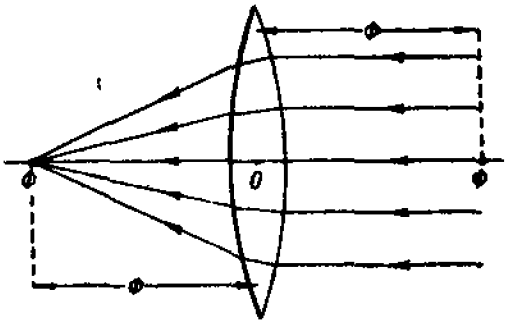

Рис. 3. Фокус линзы и фокусные расстояния

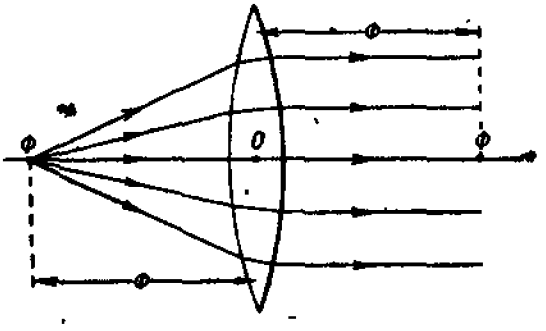

Рис. 4. Фокус линзы и фокусные расстояния

другой — справа от нее. Если впереди и позади линзы находится одна и та же среда, например воздух, то оба фокусные расстояния равны между собой, независимо от того, одинаковы или нет радиусы шаровых поверхностей, ограничивающих линзу.

Преломляющая способность линзы, или ее оптическая сила, характеризуется числом $\frac{1}{Ф}$, обратным фокусному расстоянию, и выражается в диоптриях. Диоптрией назы-

вается оптическая сила линзы с фокусным расстоянием, равным 1 *м*. Так например для линзы с фокусным расстоянием 20 *см* оптическая сила $\frac{1}{\Phi} = \frac{1}{0{,}2} = 5$ диоптриям, т. е. такая линза преломляет луч в 5 раз сильнее, чем линза с фокусным расстоянием 1 *м*.

Точка *О* (рис. 3 и 4) пересечения главной оптической оси линзы с плоскостью линзы называется оптическим

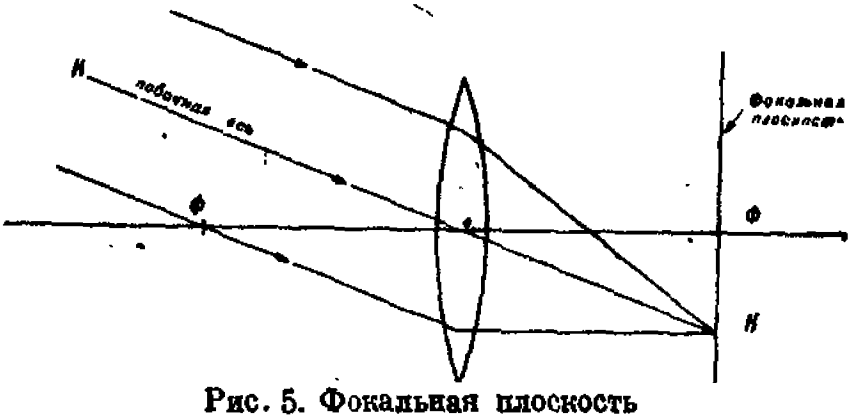

Рис. 5. Фокальная плоскость

центром линзы. Эта точка отличается тем свойством, что все лучи, проходящие через эту точку, не преломляются линзой и по выходе из линзы сохраняют свое первоначальное направление. Все прямые, проведенные через оптический центр линзы, называются побочными оптическими осями (ось *КОК*, рис. 5).

Фокальные плоскости. Плоскости, проведенные через фокусы линзы и перпендикулярные главной оптической оси, называются фокальными плоскостями линзы. Если на линзу падает пучок параллельных лучей вдоль какой-нибудь побочной оптической оси, то все эти лучи пересекаются в одной точке, лежащей в фокальной плоскости линзы, например в точке *К* (рис. 5).

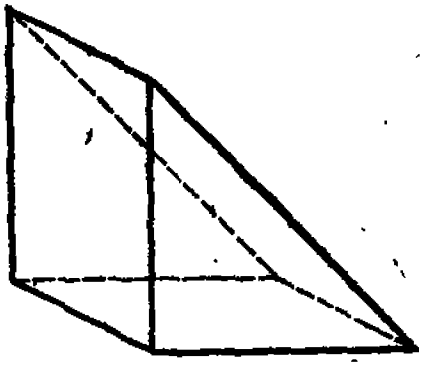

Рис. 6. Прямоугольная призма

Призмами называются оптические стекла, ограниченные несколькими плоскими гранями. На рис. 6 изображена прямоугольная призма, наиболее часто применяемая в оптических приборах. Назначение призм — изменять направление всего пучка световых лучей, вошедших в призму. Например пучок лучей, вошедший в прямоугольную призму от

предмета *бв* (рис. 7), поворачивается на 90°. Кроме того, как увидим в дальнейшем, призмы служат для поворота изображения вокруг оптической оси прибора. В этом заключается основное различие призмы от линзы. Линза меняет направление каждого луча в пучке, но главное общее направление пучка лучей, определяемое лучом, идущем вдоль главной или побочной оси линзы, остается неизменным (рис. 1, 2, 3 и 4). В дальнейшем мы приведем еще другие типы призм и укажем их значение для оптических прицелов.

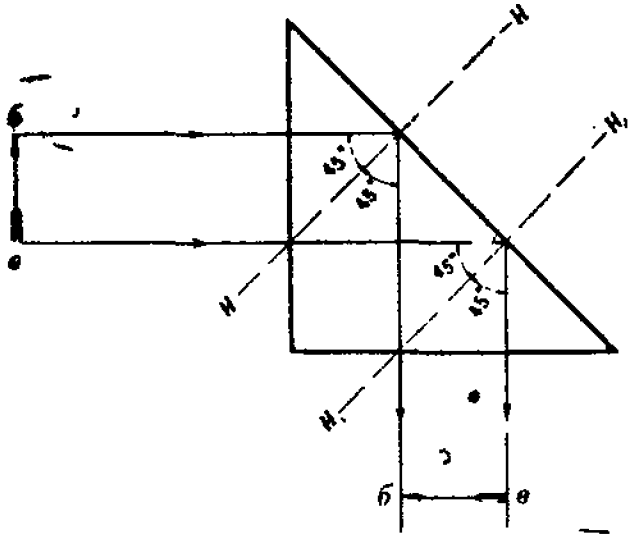

Рис. 7. Ход лучей в прямоугольной призме

Оптический прибор, состоящий только из линз, называется зрительной трубой или телескопом. Если кроме линз в прибор входят и призмы, то такой прибор называется призматическим.

§ 2. Глаз

При пользовании оптическим прицелом в работе участвуют оптическая часть прицела и глаз стрелка. Таким образом оптика прицела должна строго соответствовать свойствам глаза.

На рис. 8 схематически показан разрез глаза. Глазное яблоко имеет вид неправильного шаровидного тела диаметром около 25 *мм*; снаружи оно покрыто непрозрачной оболочкой — склеротикой *а*, переходящей спереди в прозрачную роговую оболочку *б*. Кривизна роговой оболочки больше кривизны яблока. Через склеротику проходят глазной нерв *в* и кровеносные сосуды; из разветвления последних состоит сосудистая оболочка *д*, прилегающая к склеротике с ее внутренней стороны. В передней части глаза сосудистая оболочка переходит в радужную *е*, окрашенную у разных

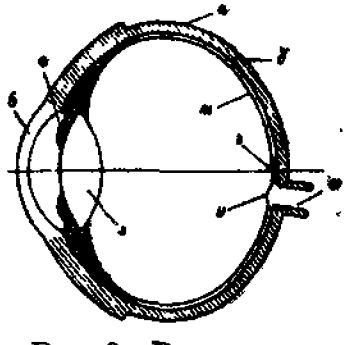
Рис. 8. Разрез глаза

людей неодинаково. Посредине радужной оболочки имеется круглое отверстие, зрачок, через которое лучи света проникают внутрь глаза. Зрачок обладает способностью сокращаться на сильном свету и наоборот расширяться в темноте. Изменение величины зрачка при любом освещении происходит в пределах от 2 до 7 *мм*. Вся внутренняя поверхность глаза по сосудистой оболочке покрыта сетчаткой, или ретиной, *ж*, представляющей собой разветвление зрительного нерва. Ретина воспринимает световое раздражение от изображения предметов; в средней части сетчатой оболочки находится наиболее чувствительное место — желтое пятно *з*, а сбоку от него так называемое слепое пятно *и* (совершенно нечувствительное к свету) — место, из которого расходятся зрительные нервы. Под микроскопом поверхность сетчатой оболочки представляется в виде системы шестигранных ячеек наподобие пчелиных сот, расположенных рядом друг с другом (рис. 9). В каждой ячейке расположен один светочувствительный элемент оболочки.

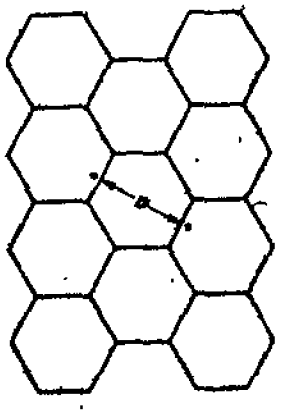

Рис. 9. Вид сетчатки под микроскопом

Непосредственно к радужной оболочке прилегает хрусталик *л* — прозрачное тело, имеющее форму двояковыпуклого стекла. Хрусталик соединен со стенками глаза эластичной кольцевой связкой; глаз им делится на две неравных камеры, из которых передняя, меньшая, заполнена водянистой жидкостью, а задняя, большая, — стекловидным телом.

Лучи света от рассматриваемого предмета проникают через зрачок внутрь глаза и последовательно проходят через роговую оболочку, водянистую жидкость, хрусталик и стекловидное тело. После ряда преломлений во всех этих срединах получается действительное, обратное и уменьшенное изображение рассматриваемого предмета. Таким образом изображения окружающих предметов получаются в глазе обратными. В результате непосредственного и постоянного общения с предметами мы приучаемся представлять предметы в прямом виде.

Рассматриваемый предмет виден отчетливо лишь в том случае, когда изображение его располагается на сетчатке глаза. Нормальный глаз устроен так, что он без всякого усилия сводит на сетчатке входящие в него параллельные пучки лучей, другими словами такой глаз в спокойном со-

стоянии приспособлен к рассматриванию бесконечно удале ных предметов (рис. 10).

Если бы оптическая система глаза все время оставала неизменной, изображения более близких предметов на се чатке нормального глаза получались бы неотчетливыми, та как соответствующие пучки лучей должны были бы пер секаться в этом случае позади сетчатки (с приближение предмета к линзе изображение предмета удаляется от ли зы). Нормальный глаз однако обладает способностью пр способляться к рассматриванию различно удаленных пре

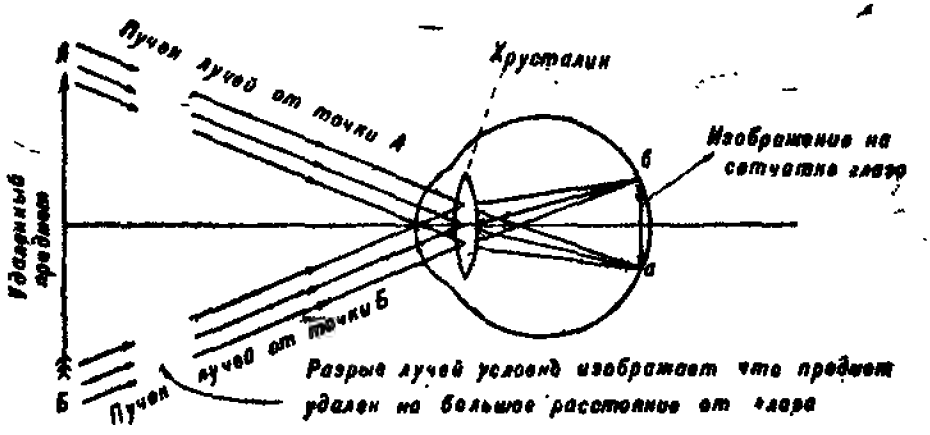

Рис. 10. Ход лучей в глазе от удаленного предмета

метов, от бесконечности и до нескольких сантиметров; з свойство глаза называется аккомодацией.

Сущность аккомодации сводится к тому, что при расс тривании более близких предметов кривизна хрусталика вместе с тем и его оптическая сила увеличиваются насто ко, что изображения предметов продолжают оставаться сетчатке. Наименьшее расстояние, на котором аккомодац еще возможна, для нормального глаза около 12 *см*. Как казывают исследования, расстояния больше 6 *м* в смыс аккомодации уже равноценны бесконечности, т. е. пред ты, удаленные больше чем на 6 *м*, глаз рассматривает всякого усилия—нормально. Уклонением от нормального г за являются глаза близорукие и дальнозоркие.

В близоруком глазе изображения отдаленных предме получаются перед сетчаткой; причиной этого служат чр мерное удлинение глазного яблока вдоль его оси или слишк большая кривизна хрусталика. Чтобы отодвинуть изоб жение на сетчатку, пользуются очками с рассеивающи линзами. Близкие предметы хорошо видны и без очков.

Дальнозоркий глаз с укороченным глазным яблоком и достаточной кривизной хрусталика наоборот дает недос

точно отчетливые изображения близких предметов; для его исправления приходится прибегать к очкам с собирательными линзами.

Степень близорукости и дальнозоркости определяется оптической силой тех тонких линз (очков), которые, будучи помещены перед близорукими или дальнозоркими глазами, обращают их в нормальные.

О способах исправления близорукости и дальнозоркости при пользовании оптическими приборами скажем ниже.

Угол (AOB), образуемый прямыми, проведенными от краев рассматриваемого предмета (рис. 11) через оптический центр глаза, называется **углом зрения**. Угол зре-

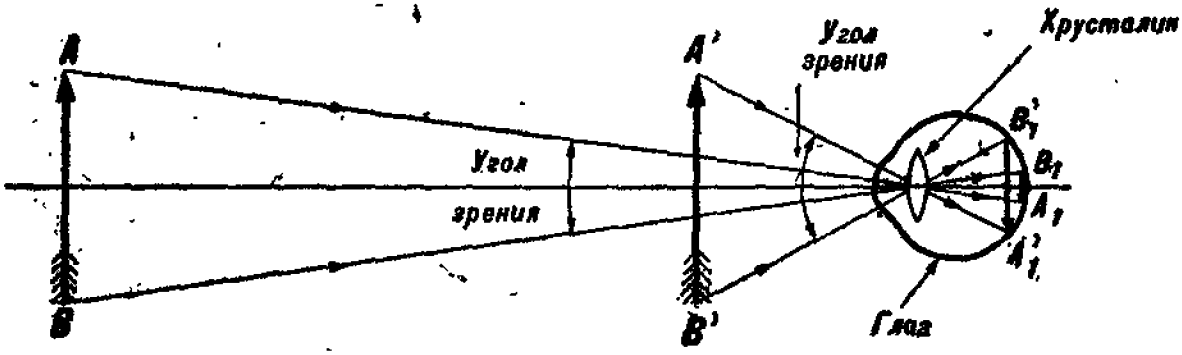

Рис. 11. Угол зрения

ния на любой рассматриваемый предмет возрастает по мере приближения самого предмета к глазу; происходящее при этом увеличение размеров изображен я на сетчатке позволяет рассматривать предмет более детально.

Наименьший угол зрения, под которым две точки видны глазом еще раздельно, характеризует **остроту зрения**, или **разделительную способность** (**разрешающую силу**) глаза. Острота зрения, соответствующая углу 60″, принимается за нормальную.

Глаз с нормальной разрешающей силой может на расстоянии 1 000 *м* видеть раздельно две светящихся точки, если они удалены друг от друга не менее чем на 29 *см*; в противном случае, т. е. если расстояние между двумя светящимися точками будет менее 29 *см*, обе светящиеся точки будут восприняты глазом как бы слившимися в одну точку.

Опыт показывает, что во многих случаях разрешающая сила глаза может значительно превосходить 60″ и достигать в некоторых случаях 10″. Это особенно наблюдается в случаях совмещения изображения двух вертикальных или горизонтальных линий, смещенных в стороны друг от друга.

Рис. 12 схематически дает картину изображения вертикальной линии на сетчатой оболочке, представленной в виде системы шестиугольников. Из рисунка видно, что верхнее изображение раздражает один ряд светочувствительных ячеек, нижнее — другой, немного смещенный в сторону. Это раздражение целых рядов светочувствительных ячеек сетчатки глаза и позволяет глазу гораздо острее воспринимать смещение линий друг относительно друга.

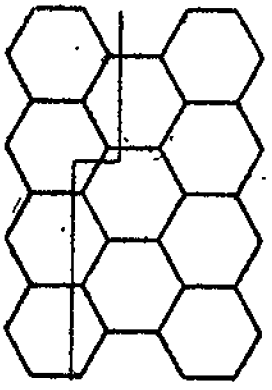

Рис. 12. Изображение совмещения вертикальных линий на сетчатке глаза при работе с дальномером

Это свойство глаза совмещать раздвинутые в стороны две части изображенного предмета, до которого определяется дистанция (рис. 13), используется в устройстве дальномера. Этим же свойством глаза пользуются при горизонтальной наводке орудий (совмещение тонкой вертикальной вехи с вертикальным волоском перекрестия прицела), а также в геодезических приборах при визировании по вехам. Точность совмещения вертикальных линий, как показывает опыт, получается большей, чем точность совмещения горизонтальных линий.

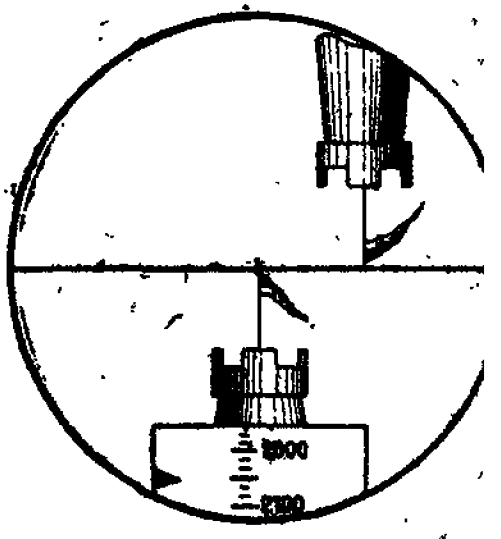

Рис. 13. Поле зрения дальномера на совмещение

§ 3. Зрительная труба (телескоп)

Зрительная труба предназначена для рассматривания удаленных предметов.

Основными элементами зрительной трубы (рис. 14) являются две линзы: об'ектив и окуляр, установленные в трубе таким образом, что их главные оптические оси расположены на одной прямой. Об'ектив дает обратное уменьшенное изображение наблюдаемого предмета в непосредственной близости от глаза наблюдателя. Окуляр позволяет рассматривать это изображение под углом зрения большим, чем тот угол, под которым мы видим этот предмет невооруженным глазом. Вследствие этого мы можем рассмотреть предмет детальнее

Исходя из свойств глаза, мы должны пред'явить к зрительной трубе, кроме требования увеличения угла зрения, еще основное требование — обеспечить глазу возможность наблюдать без всякого напряжения, т. е. без аккомодации. Для того чтобы при этом условии нормальный глаз резко видел изображение предмета, необходимо, чтобы выходящие из окуляра зрительной трубы пучки лучей от каждой точки изображения состояли в каждом пучке из лучей друг другу параллельных. Это достигается тем, что на оптических заводах об'ектив и окуляр зрительной трубы устанавливаются так, что фокальная плоскость об'ектива с очень большой точностью совпадает с фокальной плоскостью окуляра. Рас-

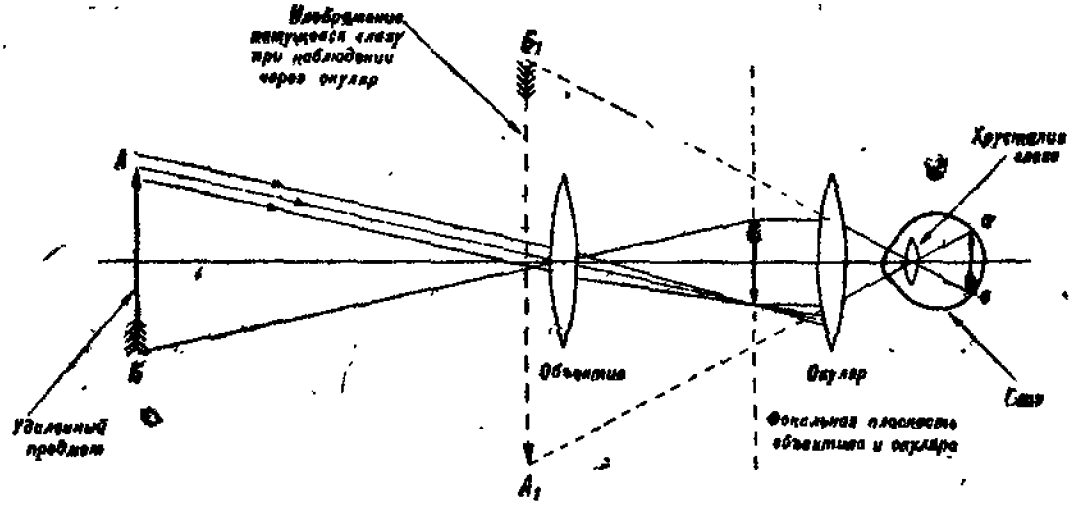

Рис. 14. Схема простой (астрономической) зрительной трубы.
От точки *А* показан пучок лучей, от точки *Б* показан только главный луч

чет и опыт показывают, что изображения удаленных предметов располагаются практически строго в фокальной плоскости об'ектива. Так например при фокусной длине об'ектива 100 *мм* и расстоянии до предмета 100 *м* изображение предмета получается в расстоянии всего лишь 0,1 *мм* за фокальной плоскостью об'ектива ближе к окуляру. Следовательно при наблюдении удаленных предметов благодаря совпадению фокальных плоскостей об'ектива и окуляра лучи от каждой точки изображения предмета выйдут из окуляра параллельными пучками и будут сведены без аккомодации на сетчатке нормального глаза.

Как видно из рис. 14, труба, состоящая только из об'ектива и окуляра, дает обратное изображение рассматриваемого предмета (прямое на сетчатке глаза). Это не является существенным неудобством при наблюдении например звездного неба, и в таком виде труба применяется в астрономии.

Такая система применяется также и в некоторых геодези ческих приборах. Однако для наблюдения земных предмето и для прицеливания обратное изображение является весьм неудобным. В таких случаях стремятся обернуть изображен какими-нибудь приемами. Одним из способов обращ ния изображения является введение дополнительных сис тем линз между об'ективом и окуляром; этот способ дает та называемую оборачивающую систему, состоящую и одной или двух линз. Зрительная труба, дающая прямое изо бражение предметов (обратное на сетчатке глаза), назы вается земной зрительной трубой.

На рис. 15 приведена схема земной зрительной трубы.

Для того чтобы изображения предметов получались н искаженными вследствие недостатков, свойственных опти

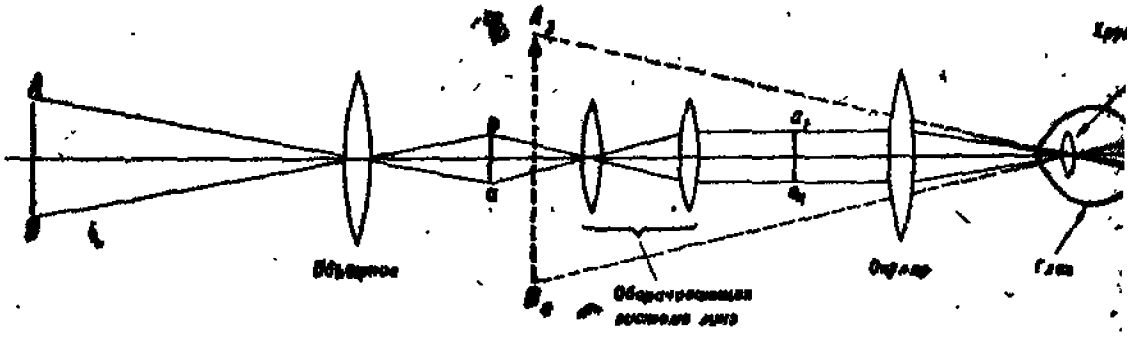

Рис. 15. Схема земной зрительной трубы.

AB—изображаемый предмет, *ab*, $a_1 b_1$, $a_2 b_2$—оборачивание предмета в системе трубы и глаза

ческим системам и называемых аберрациями, об'екти и каждая из линз оборачивающей системы составляются и двух склеенных линз (собирательной и рассеивающей).

Из сказанного о принципе действия зрительной трубы выте кает, что при наблюдении в трубу глаз наблюдателя видит изображение предмета удаленным на бесконечно большое ра стояние, но под увеличенным углом зрения.

Зрительную трубу легко можно приспособить для набл дения и в случае ненормального глаза: близорукого или дал нозоркого; при этом исключается необходимость пользовать очками. Достигается это перемещением окуляра относитель об'ектива.

При близоруком глазе окуляр должен быть несколько пр двинут к изображению, даваемому об'ективом, при дальноз

ком, наоборот, отодвинут от него. В первом случае лучи выйдут из окуляра не параллельным, а расходящимся пучком (как известно, с приближением линзы к светящейся точке пучок лучей становится все более расходящимся). Величину передвижения окуляра можно подобрать так, что в близоруком глазе лучи пересекутся как-раз на сетчатке. Наоборот, отодвигая окуляр от изображения предмета, мы делаем пучки лучей сходящимися соответственно более слабому преломлению их в хрусталике дальнозоркого глаза.

Вместо передвижения окуляра можно передвигать линзы оборачивающей системы, результат при этом будет тот же.

Оптические прицелы обычно рассчитываются на нормальный глаз. Поэтому в большинстве оптических прицелов окуляр закрепляется в том положении, при котором его фокальная плоскость совпадает с фокальной плоскостью об'ектива. Однако в прицелах, предназначенных для особенно точной наводки, а также для индивидуального оружия, как например в винтовочных оптических прицелах, вводится приспособление для установки прицела по глазу перемещением окуляра или линз оборачивающей системы. При этом большее распространение имеет первый способ, так как перемещать линзы оборачивающей системы можно только в прицелах-телескопах, т. е. не имеющих призм.

Введение подвижного окуляра, вообще говоря, ослабляет конструкцию оптического прибора, так как подвижной окуляр легко портится при неумелом обращении, а кроме того место соединения окуляра с прицелом является более легко доступным для проникания в прибор влаги, чем при неподвижном окуляре. При температуре окружающего воздуха ниже 20° подвижные окуляры обычно не допускают изменения установки по глазу вследствие замерзания смазки. Вот почему в оптических прицелах, учитывая более тяжелые условия их службы по сравнению с другими военными оптическими приборами, приспособлений для установки прицела по глазу в большинстве случаев не делается.

§ 4. Увеличение в зрительной трубе

В § 2 было указано, что угол, образуемый прямыми, проведенными от краев рассматриваемого предмета через оптический центр глаза, называется углом зрения. Угол зрения изменяется с изменением расстояния предмета от глаза (рис. 11). Чем ближе предмет к глазу, тем больше угол зрения и тем больше изображение предмета на сетчатке глаза, а чем

это изображение больше, тем оно возбуждает большее чис
конечностей зрительного нерва и тем следовательно с больш
подробностью и отчетливостью виден рассматриваемый пре
мет. Наоборот с увеличением расстояния до предмета уг
зрения уменьшается; поэтому удаленные предметы мы вид
лишь в общих чертах, не различая подробностей.

Рассматривая схему зрительной трубы, мы видим, что о
ектив дает изображение удаленного предмета в фокальн
плоскости окуляра, а следовательно мы видим изображен
предмета через окуляр под углом зрения значительно бо
шим, чем без помощи трубы.

Отношение угла зрения, под которым мы видим изобра
ние предмета в оптический прибор, к углу зрения, под котор
мы видим предмет невооруженным глазом, называется у
личением оптического прибора.

Если например изображение предмета видно в оптич
ский прибор под углом зрения в два раза большим уг
под которым мы видим предмет невооруженным глазом,
говорят, что прибор имеет двухкратное увеличение, и о
значают это цифрой 2 со знаком умножения — 2×. Ана
гично сказанному обозначения 1,5×; 2,5×; 3×; 6×; 10× бу
выражать полуторакратное, двух с половиной кратное, тр
шести- и десятикратное увеличения.

Чем больше увеличение прибора, тем детальнее мы
жем рассматривать удаленные предметы.

В частности для оптического прицела большое увели
ние позволяет более детально рассмотреть цель и бо
точно прицелиться.

Из сказанного вытекает выгодность иметь прицел, он
ческая часть которого имеет большое увеличение. Одна
увеличение прибора при заданных его размерах тесно с
зано с двумя другими его свойствами — полем зре
и светосилой.

Светосила и поле зрения имеют не меньшее значе
для боевого использования оптического прицела, чем у
личение.

§ 5. Поле зрения трубы

Полем зрения оптического прибора называют ту ча
пространства, изображение которой наблюдатель ви
через прибор.

Измеряется поле зрения углом, под которым видны
центра об'ектива две противоположные крайние точки
ля зрения.

Если мы через оптический центр *O* об'ектива (рис. 16) проведем побочные оси так, чтобы они прошли через крайние точки окуляра, то угол *б* между этими осями и будет углом, измеряющим поле зрения взятой нами трубы, а проведенные побочные оси будут осями параллельных пучков лучей, идущих от крайних точек поля зрения. Действительно луч от какой-нибудь точки *M*, лежащей вне угла *б*, пройдя через оптический центр об'ектива, не пройдет через окуляр, а будет поглощен стенкой трубы и следовательно глаз не увидит точки *M*.

Обычно в практике угол, измеряющий поле зрения, непосредственно принимают за поле зрения прибора и гово-

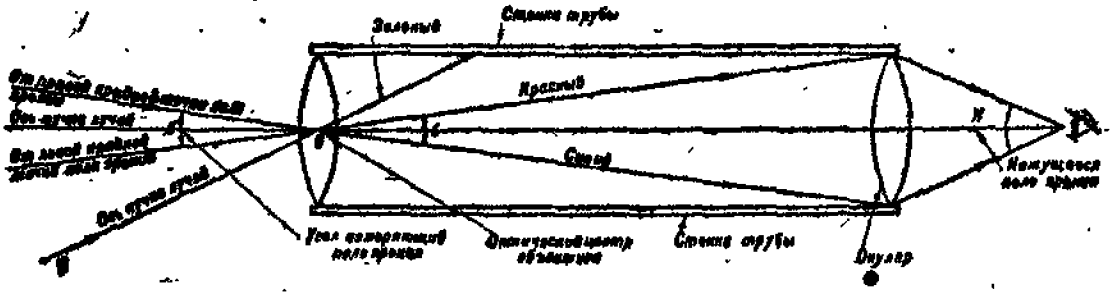

Рис. 16. Истинное и кажущееся поля зрения

рят например: поле зрения прицела — 12°. Этот угол называют еще также истинным полем зрения, так как под этим углом глаз без помощи прибора видит крайние точки пространства, видимого в прибор одновременно. Если например мы заметим те местные предметы, которые при наблюдении в прибор приходятся на левом и на правом краях его поля зрения, и измерим угол между этими предметами с помощью какого-либо угломерного прибора, то этот угол и будет истинным полем зрения прибора.

При наблюдении в оптический прибор мы видим изображения крайних точек поля зрения прибора под углом зрения во столько раз большим истинного поля зрения, во сколько раз увеличивает оптический прибор.

Угол, под которым глаз видит изображения крайних точек поля зрения при наблюдении в оптический прибор, называется кажущимся, или окулярным, полем зрения (угол *K* на рис. 16).

Из сказанного вытекает, что кажущееся поле зрения равно истинному полю зрения, умноженному на увеличение.

Так например в оптическом приборе 4× увеличения и с истинным полем зрения 12° кажущееся поле зрения

будет равно $4 \times 12 = 48°$. Однако измерить этот угол непосредственно с помощью угломерного прибора нельзя.

Произведение из увеличения на истинное поле зрения прибора или величина его кажущегося поля зрения зависят от типа окуляра. Окуляр определенного типа имеет постоянное кажущееся поле зрения, в пределах которого он может давать правильные изображения предметов.

В настоящее время все известные конструкции окуляров можно разделить на два типа:

1) окуляры (простые), обеспечивающие кажущееся поле зрения не свыше 50°; эти окуляры состоят из трех или четырех линз;

2) окуляры (сложные) с кажущимся полем зрения до 75°; эти окуляры состоят не меньше, чем из 5 линз; до настоящего времени не удалось еще осуществить конструкции окуляра с кажущимся полем зрения больше 75°.

Пятилинзовые (сложные) окуляры значительно увеличивают размеры, вес и стоимость прибора; поэтому для винтовочных и пулеметных прицелов применяются только трех- и четырехлинзовые окуляры с кажущимся полем зрения не свыше 50°.

Увеличение и поле зрения прибора связаны между собой и если, например мы потребуем от оптической части прицела поля зрения в 25°, то увеличение в таком прицеле не может быть получено большим 2× при окуляре, допускающем кажущееся поле зрения не свыше 50°, и большим 3× при пятилинзовом окуляре.

Величина поля зрения имеет большое значение в прицелах, которые предназначены не только для наводки, но и для наблюдения за полем, например прицел для станковых пулеметов. Кроме того большое поле зрения необходимо в прицелах, предназначенных для стрельбы по быстро движущимся целям, как например прицел для противотанковых батальонных пушек, так как необходимо, чтобы за время производства выстрела цель не успела выйти из поля зрения прицела. В прицелах, предназначенных для стрельбы по отдельным неподвижным или медленно движущимся целям, а также для наводки не со станка, а с руки или с упора, например в винтовочных прицелах поле зрения может быть сравнительно небольшим.

§ 6. Зрачки

Если направить оптический прибор на рассеянный свет неба или на искусственный источник света (например матовую электролампу) и поместить за окуляром прибора

лист белой бумаги, то при некотором, вполне определенном для каждого прибора, расстоянии от окуляра до листа бумаги мы увидим на бумаге светлый, резко очерченный кружок. Этот кружок называется **выходным зрачком**[1].

Выходной зрачок есть даваемое окуляром изображение того отверстия в приборе (оправы линзы или призмы, диафрагмы), которое ограничивает пучок лучей, входящий в прибор. Это отверстие называется **входным зрачком**. В большинстве приборов входным зрачком является оправа об'ектива. В этом случае (рис. 17) в оптический прибор войдут только те лучи, которые пройдут между краями M и N оправы об'ектива, остальные лучи (например p и q) в прибор не войдут и участия в образовании изображения не примут. Однако в некоторых конструкциях приборов пучок лучей может ограничиваться оправой какой-нибудь призмы или линзы или какой-нибудь диафрагмы, расположенной до или после об'ектива. Тогда эта оправа или диафрагма и будет входным зрачком. В винтовочных и пулеметных прицелах входным зрачком обычно является оправа об'ектива.

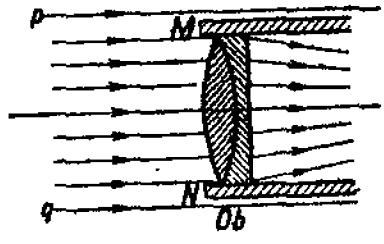

Рис. 17. Входной зрачок

Расчет показывает, что отношение диаметра входного зрачка к диаметру выходного зрачка равняется увеличению оптического прибора. Это позволяет весьма просто определить увеличение прибора в тех случаях, когда входным зрачком служит оправа об'ектива:

а) измеряют сантиметровой линейкой диаметр об'ектива;

б) направив прицел на рассеянный свет неба, помещают за окуляром лист белой бумаги и перемещают его относительно окуляра до тех пор, пока не получится резко очерченное изображение выходного зрачка;

в) измеряют линейкой диаметр выходного зрачка (лучше вместо белой бумаги взять миллиметровую бумагу, тогда диаметр выходного зрачка можно измерить без помощи линейки более удобно и точно);

г) разделив диаметр об'ектива на диаметр выходного зрачка, получают увеличение прибора.

В том месте, где находится выходной зрачок, пучок лучей, выходящий из окуляра, имеет наименьшее сечение. Поэтому при пользовании оптическим прибором необходимо

[1] Если в систему прибора входят сложные призмы, то выходной зрачок имеет вид не кружка, а квадрата со срезанными углами.

глаз располагать так, чтобы зрачок глаза был совмещен с выходным зрачком; тогда лучи от всех точек поля зрения попадут в глаз и наблюдатель сможет использовать всё поле зрения прибора. При смещении зрачка глаза относительно выходного зрачка прибора в сторону окуляра или от него поле зрения, видимое наблюдателю, будет меньше истинного поля зрения прибора.

Для того чтобы при наблюдении в оптический прибор глаз сразу же устанавливался в плоскости выходного зрачка на окуляр надевается специальная глазная раковина или резиновый наглазник, которая закреплена таким образом, что выходной зрачок приходится на верхнем ее срезе (рис. 18).

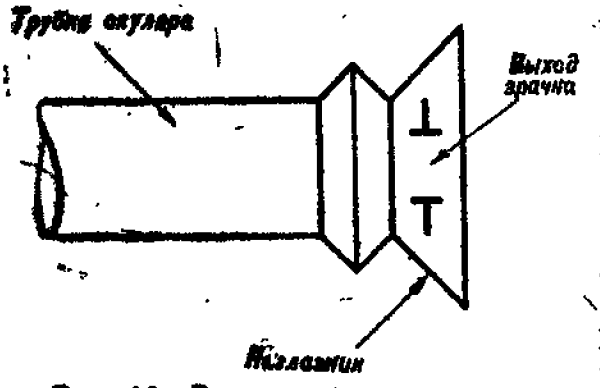

Рис. 18. Резиновый наглазник

Все оптические военные приборы должны допускать возможность пользования ими в противогазе. Для этого удаление выходного зрачка от последней линзы окуляра во всех современных приборах делается не меньше 22 *мм*, чтобы стекло противогазовой маски не мешало совмещать зрачок глаза с плоскостью выходного зрачка прибора. По той же причине крепление оправы наглазника на окулярной трубке делается с таким расчетом, чтобы наглазник можно было сдвинуть вдоль окулярной трубки к об'ективу при наблюдении в маске.

Наглазник должен допускать установку его в двух положениях:

а) для наблюдения без противогаза — наглазник сдвинут на себя (к глазу) доотказа;

б) для наблюдения в противогазе — наглазник сдвинут от себя (к об'ективу) доотказа.

В оптических прицелах удаление выходного зрачка от последней линзы окуляра в различных образцах делается разным — от 22 *мм* до 200 *мм* в зависимости от условий применения прицела. Так например в винтовочных прицелах удаление выходного зрачка должно быть таким, чтобы предохранить глаз стрелка от удара об окуляр прицела вследствие отдачи при выстреле. На основании опыта мировой войны это расстояние в винтовочных прицелах делается не меньше 80 *мм*. В авиационных пулеметных прицелах (для неподвижных пулеметов, стреляющих через винт) удаление

выходного зрачка доводится до 180 *мм*, для того чтобы прицел не мешал летчику управлять машиной, а также чтобы предохранить его от удара об окуляр при резких перемещениях головы вперед, возможных при различных условиях полета. Установка наглазника при большом удалении выходного зрачка затруднительна, так как длинная мягкая резиновая трубка наглазника будет легко деформироваться, а жесткий наглазник может привести к ушибам глаза; кроме того длинный наглазник неудобен в обращении. Поэтому в винтовочных прицелах наглазник при стрельбе днем не ставится, и совпадение глаза стрелка с выходным зрачком обеспечивается положением прицела на винтовке и правильной прикладкой стрелка. При стрельбе ночью в винтовочных прицелах желательно применение длинной резиновой трубки, надеваемой на окуляр, но совсем с другой целью, о чем будет сказано в главе о винтовочных прицелах.

В танковых орудийных и пулеметных прицелах удаление выходного зрачка делается нормальным — 22 *мм*, но кроме наглазника ставится налобник из губчатой резины, создающий опору для головы стрелка при тряске на ходу машины.

§ 7. Светосила

Для того чтобы можно было отчетливо видеть предметы с помощью оптического прибора, необходимо, чтобы изображения этих предметов получались на сетчатке глаза достаточно освещенными (яркими). Освещенность изображения определяется количеством световых лучей, приходящихся на единицу площади изображения.

Отношение освещенности изображения предмета на сетчатке глаза при наблюдении в оптический прибор к освещенности изображения того же предмета на сетчатке глаза при рассматривании его невооруженным глазом называется *светосилой оптического прибора*.

Светосила прибора есть относительная освещенность изображения, показывающая, во сколько раз освещенность изображения на сетчатке при наблюдении в прибор больше или меньше освещенности изображения того же предмета при рассматривании его невооруженным глазом.

Количество световых лучей, проникающих в глаз наблюдателя при рассматривании предметов невооруженным глазом, пропорционально площади зрачка глаза. Так как зрачок глаза представляет круглое отверстие, то площадь зрачка глаза будет пропорциональна квадрату его диаметра.

При наблюдении в оптический прибор количество лучей, проникающих в глаз наблюдателя, будет зависеть от количества лучей, выходящих из окуляра прибора.

Количество же световых лучей, выходящих из оптического прибора, пропорционально площади его выходного зрачка[1], т. е. пропорционально квадрату диаметра выходного зрачка. Если диаметр зрачка глаза больше или равен диаметру выходного зрачка прибора, то все лучи, вышедшие из прибора, попадут в глаз наблюдателя.

Светосила оптического прибора пропорциональна отношению квадрата диаметра выходного зрачка прибора к квадрату диаметра зрачка глаза.

Диаметр зрачка глаза есть величина переменная: на ярком свету он около 2 *мм*, а в темноте доходит до 7 *мм*; поэтому в качестве характеристики светосилы оптического прибора принимают квадрат диаметра выходного зрачка прибора.

Так например если диаметр выходного зрачка прибора 5 *мм*, то светосила его будет характеризоваться числом 25. Чем больше светосила прибора, тем легче наблюдать предметы в условиях плохого их освещения. Нормальная величина светосилы для зрительной трубы — 36; в этом случае диаметр выходного зрачка будет равен 6 *мм*, т. е. будет равен диаметру зрачка глаза в сумерках. И следовательно при наблюдении в такую трубу в плохих условиях освещения глаз получит наибольшее возможное для него число световых лучей.

Увеличение диаметра выходного зрачка прибора свыше 6 *мм* и следовательно его светосилы свыше 36 не дает увеличения освещаемости изображения на сетчатке глаза, так как диаметр глазного зрачка в этом случае будет меньше диаметра выходного зрачка прибора и следовательно не все лучи, выходящие из прибора, попадут в глаз. Однако в оптических прицелах с большим удалением выходного зрачка от окуляра, в которых по условиям работы нельзя иметь на окуляре наглазника, диаметр выходного зрачка делают больше диаметра зрачка глаза, для того чтобы стрелок при небольшом смещении глаза в стороны от оптической оси прицела, вследствие например неправильной прикладки или качки самолета, не терял возможности наблюдения.

Так например в винтовочных прицелах диаметр выходного зрачка делается не меньше 7—8 *мм*, в авиационных пуле-

[1] Так как количество лучей, входящих в прибор, пропорционально площади входного зрачка, а выходной зрачок есть даваемое окуляром изображение входного зрачка.

метных прицелах диаметр выходного зрачка—40 *мм* (при удалении выходного зрачка от окуляра 180 *мм*) и т. п.

При прохождении световых лучей через оптические стекла часть лучей отражается, а часть поглощается стеклом. Таким образом из оптического прибора выходит меньшее количество лучей, чем входит в него.

Отношение количества лучей, вышедших из оптического прибора, к количеству лучей, вошедших в него, выражает степень прозрачности оптической системы прибора для световых лучей. Чем больше прозрачность прибора, тем больше его светосила при той же величине диаметра выходного зрачка.

Прозрачность прибора зависит от числа линз и призм в приборе, их толщины и качества. Качество линз и призм имеет значение как в отношении качества оптического стекла, идущего на изготовление линз и призм, так и в отношении тщательности полировки их поверхностей.

Однако при соблюдении всех условий в отношении качества сырья и обработки поверхностей линзы при прохождении света через каждую линзу толщиной в 1 *см* теряется на отражение и поглощение около 10% вошедшего количества лучей.

В винтовочных оптических прицелах, не имеющих призм (телескопических), потери на отражение и поглощение составляют около 40%; для пулеметных прицелов благодаря наличию призм потери достигают 60% и даже 70%, т. е. только 30—40% световых лучей, вошедших в прибор, попадают в глаз стрелка.

При любом диаметре выходного зрачка освещенность изображения на сетчатке глаза при наблюдении в оптический прибор вообще, а значит и в оптический прицел меньше, чем при наблюдении без прицела.

Чем же об'яснить, что при такой большой потере световых лучей мы все же с помощью оптического прицела можем производить наводку в сумерки, в предрассветной мгле и в таких условиях, когда простым глазом мы почти не видим цели?

Это об'ясняется тем, что:

1. Зрительная труба ослабляет посторонний свет. Через зрительную трубу в глаз наблюдателя попадают лучи, идущие только от предметов, расположенных в поле зрения прибора; все прочие боковые лучи поглощаются стенками трубы и в глаз не проникают. От этого изображение представляется на более темном фоне и слабо освещенный предмет делается видимым в трубу.

2. Зрительная труба увеличивает. Увеличенное изображение предмета покрывает большую площадь на сетчатке глаза и следовательно привлекает к участию в видении большее число оконечностей глазного нерва. Вследствие этого зрительное впечатление от увеличенного изображения будет сильнее, чем от более освещенного, но не увеличенного изображения, получаемого при наблюдении невооруженным глазом.

§ 8. Характеристика оптической части прицела

Увеличение, поле зрения, светосила и удаление выходного зрачка от окуляра называются оптическими характеристиками прибора. Для военного оптического прибора и в частности для оптического прицела оптические его характеристики являются одновременно и его боевыми характеристиками, так как в зависимости от величины этих характеристик мы делаем заключение, для решения каких боевых задач может быть использован данный оптический прицел.

Связь между отдельными оптическими характеристиками, также между оптическими характеристиками, внешними размерами (габаритом) и весом прибора устанавливается формулами геометрической оптики. Эти формулы показывают, что увеличение величины каждой из оптических характеристик приводит к увеличению размеров и веса прицела. Кроме того, как мы уже видели, произведение увеличения на истинное поле зрения прибора — кажущееся поле зрения — есть величина постоянная для данного окуляра.

При любых внешних размерах и весе прицела произведение из увеличения на поле зрения не может быть для окуляра больше 75.

Разрабатывая прицел для определенного оружия, приходится выбирать наиболее выгодную комбинацию увеличения, поля зрения, светосилы и удаления выходного зрачка в соответствии с допустимым весом и размерами прицела, также особенностями его боевой службы.

В соответствии с этим каждый оптический прицел в зависимости от его боевого назначения: винтовочный — снайперский, для станковых пулеметов, для ручных пулеметов, для зенитных пулеметов, для авиапулеметов и т. д., имеет свои оптические характеристики.

В качестве примера изменения поля зрения, длины и веса прицела с изменением его увеличения приводится таблица данных винтовочных прицелов фирмы Герц Certar с увеличением 3 × 6 ×, и 10 × и одинаковой светосилой.

Название прицела	Увеличение	Истинное поле зрения	Светосила	Диаметр об'ектива	Длина	Вес
Certar	3,3×	9°	49	23 *мм*	27,5 *см*	370 *г*
»	6,6×	4,5°	47	45 *мм*	34,5 *см*	500 *г*
»	10×	2,42°	49	70 *мм*	45,0 *см*	990 *г*

§ 9. Понятие о призменных оптических системах

Как уже говорилось, призмы в оптических приборах служат для изменения направления пучка лучей, входящих в прибор, а также для выпрямления изображения. Так например для наблюдения из-за закрытия (через бруствер окопа, из блиндажа) необходимо лучи, идущие от наблюдаемых предметов, повернуть на 90° вниз вдоль стенки окопа и затем вновь повернуть на 90° и направить через окуляр в глаз наблюдателя. Такое изменение направления хода лучей достигается обычно с помощью двух прямоугольных призм. Лучи от предмета *абв* (рис. 19) войдут в верхнюю (головную) прямоугольную призму и, отразившись по закону полного внутреннего отражения от поверхности ее отражающей грани *М*, изменят свое направление на 90° и пойдут вниз. Встретив грань *Н* нижней прямоугольной призмы под углом 5°, лучи вновь отразятся по тому же закону полного внутреннего отражения и пойдут параллельно своему первоначальному направлению, но ниже его на величину *П*. Как видно из рис. 19, каждая призма поворачивает изображение предмета на 90° вокруг оси параллельной ребрам *КЛ* и $К_1Л_1$ отражающей грани. Вследствие этого стрелка *аб*, перпендикулярная ребрам отражающей грани, после прохождения через призму станет горизонтальной, в то время как стрелка *аб*, параллельная ребрам отражающей грани, не изменит своего положения. При четном числе отражений, если отражающие поверхности *М* и *Н* параллельны (как это имеет место на рис. 19), наблюдатель увидит правильное положение предмета.

Оптическая система, изменяющая направление лучей подобно изображаемому на рис. 19, называется **перископом**, а величина *П* понижения луча называется высотой перископа, или перископичностью прибора. Перископы служат для наблюдения из-за закрытия. Перископические

оптические прицелы служат для наводки поверх щита или, как увидим ниже, в соединении с панорамной системой, для наводки по вспомогательным точкам, расположенным сзади наводчика, без изменения положения головы относительно окуляра.

Если верхнюю (головную) призму перископа начать вращать в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси перископа, то мы сможем наблюдать предметы, расположен-

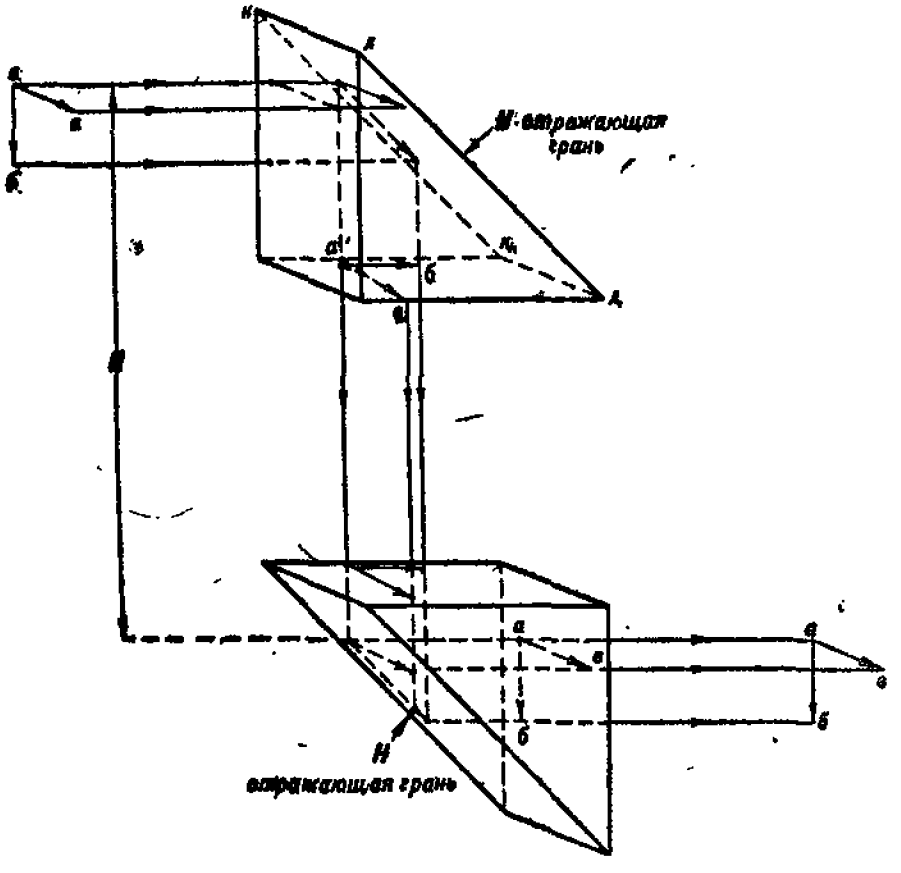

Рис. 19. Схема перископа

ные в любом направлении относительно наблюдателя в пределах 360°. При этом окуляр перископа, а следовательно и наблюдатель будут оставаться неподвижными. Однако, как видно из рис. 20а и 20б, при повороте головной призмы изображение предмета также будет вращаться, так как головная призма будет поворачивать изображение не в той плоскости, в которой поворачивает нижняя призма. Наблюдатель следовательно увидит опрокинутое изображение предмета (стрелка *аб* на рис. 20в). Для того чтобы изображение получалось правильным, необходимо между головной и нижней призмами поставить призму, способную поворачивать изображение вокруг вертикальной оси перископа в сторону

обратную вращению головной призмы. В качестве такой выпрямляющей изображение призмы служит призма Дове, изображенная на рис. 21. Призма Дове, или выпрямляющая призма, поворачивает изображение вокруг вертикальной оси перископа на 180°, а так как головная призма поворачивает изображение наблюдаемого предмета только на угол 90°, то необходимо для получения прямого изображения предмета поворачивать призму Дове на угол, в два раза меньший,

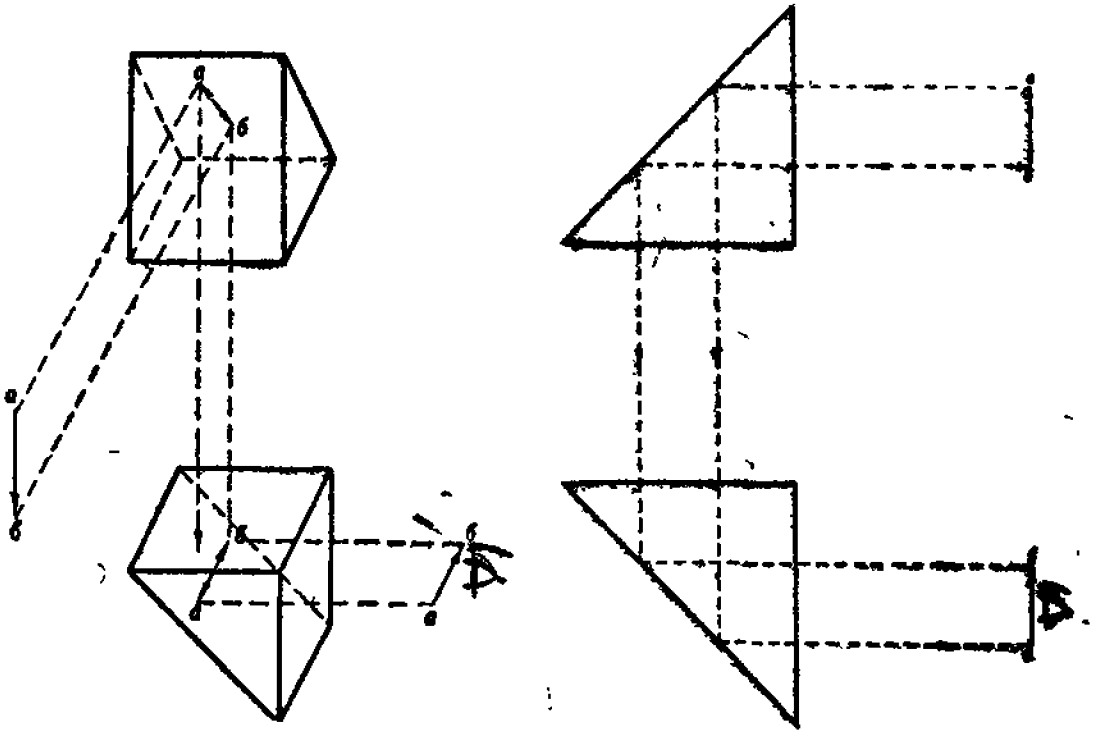

Рис. 20а и 20б. Поворот изображения при вращении головной призмы перископа

чем поворот головной призмы. Это достигается с помощью специального механизма, называемого дифференциалом.

Оптическая система, обеспечивающая круговое наблюдение при неподвижном окуляре, называется панорамой. Схема панорамы изображена на рис. 21. *(1)* — головная призма-отражатель; *(2)* — выпрямляющая призма; *(3)* — об'ектив; *(4)* — нижняя отражающая призма; *(5)* — окуляр; *(6)* — фокальная плоскость окуляра. Верхняя трубка *(7)* и нижняя неподвижная трубка *(10)* панорамы имеют конические шестерни *(11)* и *(12)*, составляющие одно целое с трубками *(7)* и *(10)*. Трубки *(7)* и *(10)* соединены между собою коническими шестернями *(8)* и *(9)*, зубья которых находятся в зацепле-

нии с зубьями шестерен *(11)* и *(12)* трубок. С осями шестерен *(8)* и *(9)* жестко связана выпрямляющая призма *(2)*. При вращении трубки *(7)* с головной призмой *(1)* шестерни *(8)* и *(9)* увлекаются зубьями шестерни *(11)* и будут обкатываться по шестерне *(12)* (неподвижной), вследствие чего призма *(2)* будет поворачиваться вокруг вертикальной оси панорамы. При этом по законам механики призма *(2)* поворачивается на угол, в два раза меньший, чем головная призма.

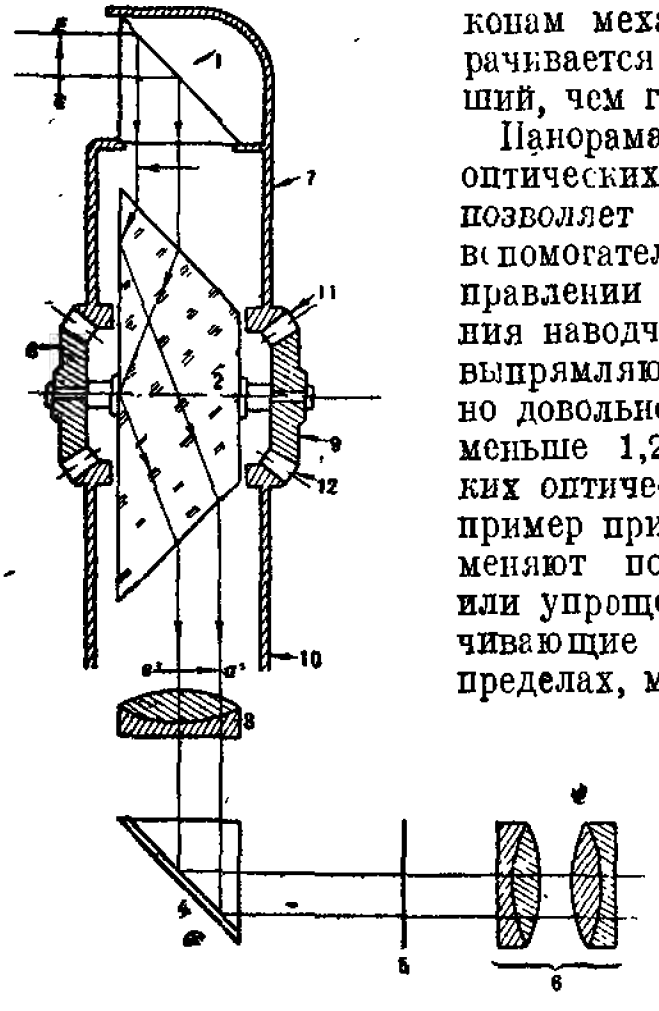

Рис. 21. Схема панорамы

Панорама широко применяется в оптических прицелах, так как она позволяет выбирать для наводки вспомогательные точки в любом направлении без изменения положения наводчика. Однако панорама с выпрямляющей призмой Дове обычно довольно громоздка. Вес ее не меньше 1,2 *кг*; поэтому для легких оптических прицелов, как например прицелы пулеметные, применяют полупанорамные системы или упрощенные панорамы, обеспечивающие выбор точек наводки в пределах, меньших 360°.

Идея устройства упрощенной панорамы заключается в следующем.

Впереди об'ектива (рис. 22*(1)* помещается призма - куб, которую можно вращать вокруг вертикальной оси *AA*. Призма - куб представляет две прямоугольные призмы, склеенные своими большими гранями. Перед склейкой эти грани серебрятся и образуют внутри призмы - куб (на рис. 22*(1)* заштриховано) как бы двухстороннее зеркало. Если точка наводки расположена на оптической оси об'ектива, то призма-куб поворачивается так, чтобы ее отражающая посеребренная внутренняя грань была параллельна оптической оси об'ектива (рис. 22*(2)*. Тогда лучи от точки наводки отразятся от обеих сторон посеребренной грани и пройдут в об'ектив. Если точка наводки расположена под углом 90° к оптиче-

кой оси об'ектива (рис. 22(3), то достаточно повернуть призму-куб на угол 45°, чтобы лучи от точки наводки снова попали в об'ектив, так как известно, что при повороте зеркала на какой-нибудь угол отраженный луч поворачивается на угол, в 2 раза больший, чем угол поворота зеркала. При

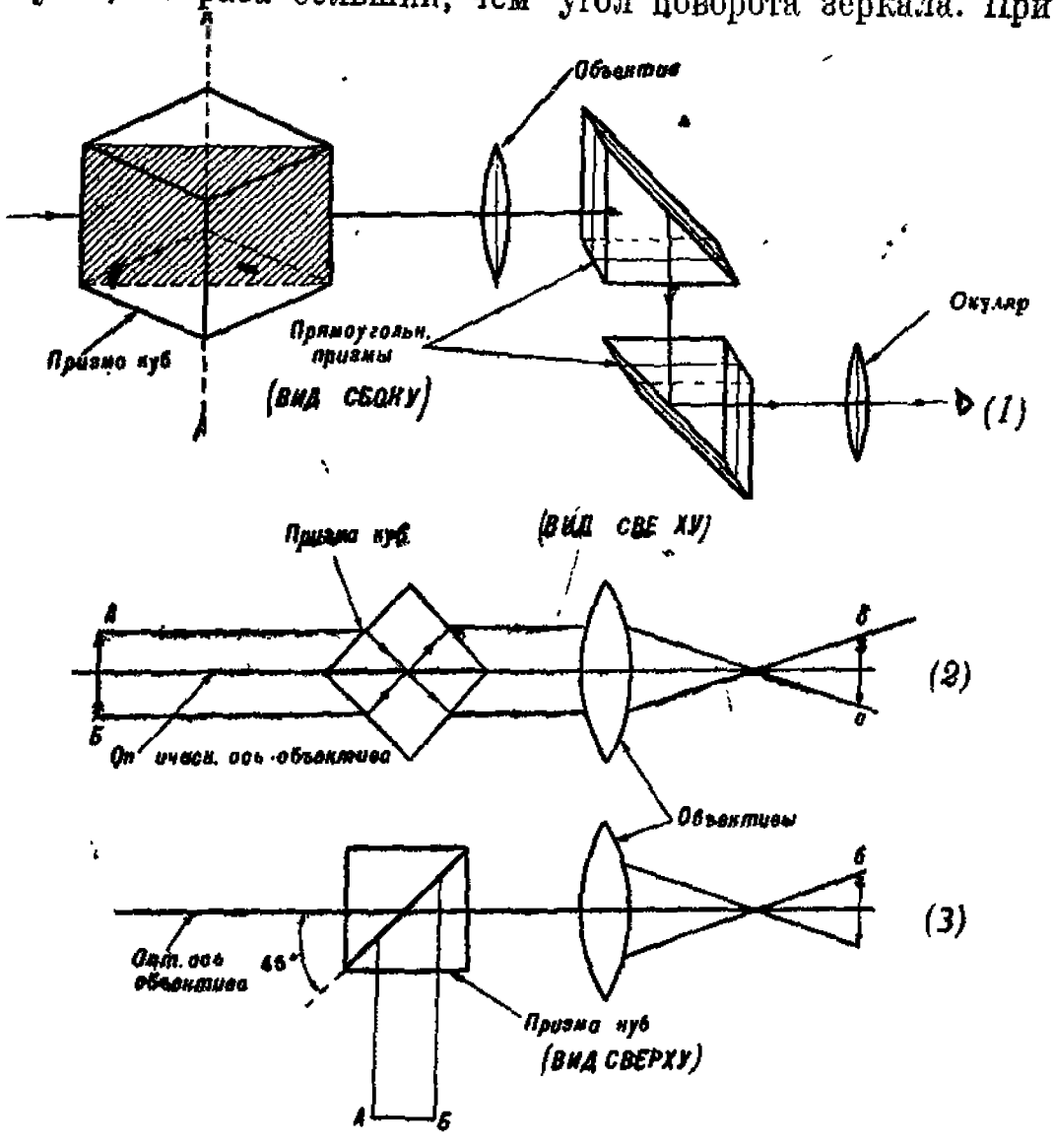

Рис. 22. Схема упрощенной панорамы

наблюдении точек наводки, расположенных слева от оптической оси об'ектива, работает левая сторона внутренней посеребренной грани призмы-куб; при наблюдении точек навсдки справа от оптической оси об'ектива работает правая сторона этой грани. Лучи из об'ектива с помощью двух прямоугольных призм направляются в окуляр (рис. 22(1). Таким образом, поворачивая призму-куб относительно об'ектива, мы можем наблюдать местные предметы, распо-

ложенные в любом направлении относительно наблюдателя в пределах сектора, в два раза большего, чем угол поворота призмы; при этом об'ектив, окуляр и следовательно голова стрелка остаются неподвижными. С помощью такой системы можно обеспечить наводку по точкам, расположенным в секторе до 240° (по 120° вправо и влево относительно оси канала пулемета).

§ 10. Прицеливание с оптическим прицелом

В поле зрения оптического прицела имеются для прицеливания прицельные нити (рис. 23). При наводке необходимо совместить центр перекрестия прицельных нитей с изображением точки наводки. Перекрестие, как увидим ниже, может иметь различную форму. В фокальной плоскости окуляра устанавливается тонкая стеклянная пластинка, на которой нанесены два штриха: вертикальная и горизонтальная нити перекрестия. Вместо стеклянной пластинки можно в фокальной плоскости окуляра установить кольцо с впаянными тонкими проволочками, которые в этом случае служат прицельными нитями. Толщина проволочек зависит от оптических свойств прицела и например в винтовочных прицелах она равна 0,2 *мм*. Изображения предметов, удаленных от об'ектива прицела на расстояние, большее 100 *м*, практически почти строго лежат в фокальной плоскости об'ектива. Таким образом перекрестие прицельных нитей и изображение цели располагаются в одной плоскости и глаз может видеть одновременно и цель и перекрестие, так как при этом ему приходится аккомодироваться только на одно расстояние. Пластинка или кольцо с прицельными нитями с помощью механизмов прицела устанавливаются каждый раз таким образом, что оптическая ось, проходящая через центр об'ектива и центр перекрестия нитей, образует с осью канала винтовки или пулеметов угол, равный углу прицеливания, соответствующий данной дистанции до цели. Поэтому для наводки достаточно совместить центр перекрестия с изображением точки прицеливания. Необходимо, чтобы прицельные нити были точно установлены в

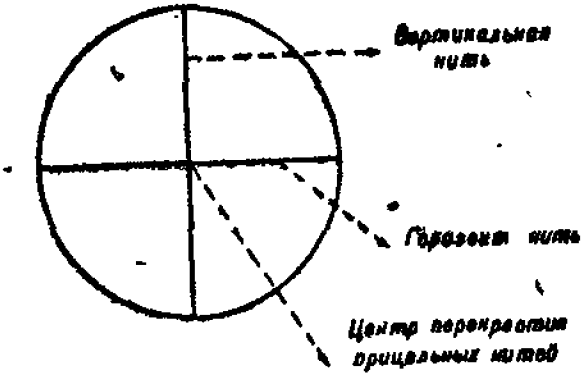

Рис. 23. Прицельные нити

фокальной плоскости об'ектива; в противном случае в зависимости от положения глаза стрелка относительно окуляра наводка будет разной. Это явление носит название параллакса прицельных нитей. Явление параллакса заключается в том, что при перемещении глаза стрелка вправо или влево относительно окуляра центр перекрестия нитей будет также перемещен относительно изображения точки прицеливания. Происходит это по той причине, что изображение цели и перекрестие нитей не лежат в одной плоскости.

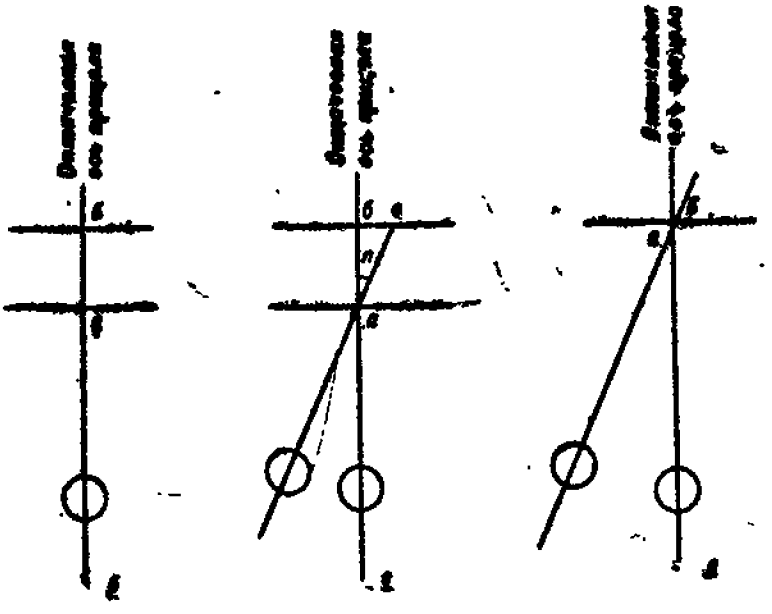

Рис. 24. Параллакс нитей

Действительно пусть *б* есть изображение точки наводки и *а* — центр перекрестия прицельных нитей (рис. 24, *а*, *б*, *в*). Если *а* и *б* совпадают, то при любом положении глаза относительно оптической оси прицела центр перекрестия будет совпадать с точкой наводки (рис. 24, *а*). Если же центр перекрестия лежит не в одной плоскости с изображением точки наводки (рис. 24, *б*, *в*), то при смещении глаза в сторону от оптической оси прицела глаз увидит центр перекрестия *а* против точки *с* изображения цели и следовательно для наводки в выбранную точку прицеливания *б* придется повернуть весь прицел и винтовку влево на угол *п* и наводка будет неправильной. Перекрестие прицельных нитей должно быть установлено на заводах в фокальной плоскости окуляра с такой точностью, чтобы величина параллакса (величина

угла n) при крайних положениях глаза относительно окуляра не превосходила 2′. Если в прицеле наблюдается более значительное перемещение перекрестия при перемещении глаза относительно окуляра, то такой прицел следует отправить на завод для исправления.

Остановимся теперь на тех преимуществах, которые дает применение оптического прицела по сравнению с обыкновенным открытым или диоптрическим прицелом.

При наводке с открытым прицелом глаз должен одновременно видеть прорезь, мушку и цель, т. е. три точки, расположенные относительно глаза на разных расстояниях: в то время как расстояние от глаза до прорези 35 *см* и до мушки не превосходит 1 *м*, расстояние от глаза до цели может выражаться в сотнях метров. Так как глаз может одновременно приспособиться (аккомодироваться) только на одно какое-нибудь расстояние, то для прицеливания глаз вынужден быстро последовательно аккомодироваться на прорезь, затем на мушку и наконец на цель. Быстрота перехода от одной точки к другой должна быть такой, чтобы зрительные впечатления от трех отдельных точек могли суммироваться в сознании стрелка в общую картину: прорезь — мушка — цель. Это достигается только в результате длительной тренировки. И даже при такой тренировке все же какую-то точку глаз видит расплывчато.

Наводка с неоптическим прицелом на дистанции свыше 2000 *м* не может быть точной, так как цели видны под столь малыми углами зрения, что правильно выбрать точку прицеливания невозможно. Меткая стрельба в плохих условиях освещения очень трудна с неоптическим прицелом. Все эти недостатки полностью устраняются оптическим прицелом.

1. Перекрестие прицельных нитей и изображение цели лежат в одной плоскости, следовательно глаз аккомодируется только на одно расстояние.

2. Прицел можно установить по глазу так, чтобы изображения цели и перекрестия точно приходились на сетчатку глаза.

3. Прицел дает увеличение, которое в соединении с достаточной светосилой обеспечивает возможность стрельбы прямой наводкой по дальним дистанциям до предела досягаемости ручного оружия, а также возможность стрельбы на ближние дистанции в сумерки, предрассветной мгле и даже ночью при лунном свете.

4. Наводку по вспомогательным точкам, расположенным сбоку и сзади наводчика, возможно выполнять при неко-

вижности окуляра прицела, следовательно наводчик не меняет при этом своего положения относительно оружия. Кроме того с помощью призм линию прицеливания (оптическую ось прицела) можно расположить как угодно относительно оружия, что позволяет приспособить оптический прицел для оружия любой конструкции.

ГЛАВА II

ВИНТОВОЧНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ПРИЦЕЛЫ

★

§ 11. Назначение прицела

Оптический винтовочный прицел предназначается для более удобного, быстрого и точного (сравнительно с неоптическим прицелом) прицеливания.

Оптический прицел не улучшает балистических качеств оружия, а лишь упрощает, облегчает и уточняет прицеливание и тем дает возможность использовать тот максимально точный бой оружия, которым фактически обладает выбранный по бою образец. Поэтому винтовка, на которую устанавливается оптический прицел, должна быть выбрана с лучшим и постоянным боем и должна иметь сравнительно малую изношенность ствола.

Учитывая относительную сложность и высокую стоимость оптического прицела, необходимо, чтобы боевое использование его было возможно более эффективно; поэтому винтовками с оптическими прицелами должны снабжаться только отличные стрелки (снайперы), которым поручается выполнение специальных, наиболее ответственных стрелковых задач:

а) поражение очень малых по размерам целей (голова, бойница, смотровая щель) на дистанциях свыше 100 *м*;

б) поражение хорошо замаскированных и плохо видимых целей;

в) поражение значительно удаленных целей (1 000 *м* и более).

§ 12. Тактико-технические требования к винтовочному оптическому прицелу

В соответствии с боевым назначением винтовочный оптический прицел должен обеспечить возможность стрельбы по мелким и удаленным целям, т. е. вообще по целям, которые видны под очень малыми углами зрения.

Так например головная мишень (30 *см*) на дистанции 500 *м* будет видна под углом всего около 2'. Кроме того прицел должен допускать наводку в условиях плохого освещения.

Для удовлетворения этим условиям прицел должен обладать соответствующими оптическими данными и соответствующей точностью механизмов для установки дистанции и боковых поправок.

Для винтовочного прицела основными оптическими данными являются увеличение и светосила. Этим данным необходимо дать наибольшее значение, возможное при допустимом весе прицела.

Как известно (глава I, § 7), диаметр выходного зрачка винтовочного прицела должен быть не меньше 7 *мм*, т. е. светосила должна быть не меньше 49.

Опыт показывает, что допустимым весом винтовочного оптического прицела, при котором он не влияет на удобство пользования винтовкой, нужно считать вес 500 *г*.

При весе прицела 500 *г* и диаметре выходного зрачка 7 *мм* наибольшее возможное увеличение для винтовочного прицела получается 4×. Практические стрельбы показывают, что 4× увеличение винтовочного прицела является вполне достаточным для решения всех задач *за исключением* стрельбы в лунную ночь.

Требования возможно меньшего веса и дешевизны винтовочного прицела как образца массового снабжения заставляют применять для этих прицелов окуляры с кажущимся полем зрения не свыше 50°. Поэтому при 4× увеличении истинное поле зрения винтовочного прицела могло бы быть 12,5°, однако необходимость иметь в оптике винтовочного прицела механизмы для установки углов прицеливания и боковых поправок понижает истинное поле зрения прицела до 6°. Для ручного оружия при стрельбе по наземным целям такое поле зрения является допустимым, так как стрелок всегда может быстро направить винтовку без прицела в сторону цели и затем на сравнительно узкой полосе местности отыскать при помощи прицела данную цель. Однако для стрельбы по самолетам поле зрения 6° является недостаточным.

Для стрельбы на различные дистанции, а также для учета влияния на траекторию пули ветра и деривации оптический винтовочный прицел должен иметь механизмы для установки угла прицеливания соответственно дистанции до цели и для установки боковой поправки. Попробуем выяснить величины наибольшего угла прицеливания и наибольшей боковой поправки, установку которых должна обеспечить конструкция винтовочного оптического прицела с точки зрения его боевого применения.

Вопрос о максимальном (наибольшем) угле прицеливания и максимальной боковой поправке является чрезвычайно важным для прицела, так как им определяются не только размеры и вес прицела, но и сама сущность его устройства (тип прицела); если максимальные углы прицеливания и боковой поправки невелики, то является возможным установку этих углов выполнять с помощью простого механизма, перемещающего в поле зрения прицела перекрестие прицельных нитей. Если максимальный угол прицеливания и боковая поправка значительны, то приходится вводить в оптику прицела призмы и кроме того придавать ему отдельный механизм для качания всего прицела в вертикальной плоскости.

Таким образом вместо легкой прямой оптической трубки получаем сравнительно тяжелый и громоздкий прибор. Величина максимального угла прицеливания для винтовочного прицела определяется той предельной дистанцией, на которую снайпер должен вести огонь.

Снайпер обычно ведет огонь редкими одиночными выстрелами с расходом времени на выстрел около 5 сек. Установка оптического прицела на винтовке не допускает заряжания обоймой, так как прицел не позволяет вставить обойму, а допускает заряжание только по одному патрону. Таким образом нормально средний расход патронов для снайпера на одно попадание не должен превышать 2 патронов и не может быть больше 5 патронов (по условиям заряжания). Во время империалистической войны немецкие снайперы давали на дистанции 100 *м* из 3 выстрелов 2 попадания в бойницу. Таким образом если исходить из максимального допускаемого числа 5 патронов на 1 попадание, то (согласно таблицам 1 и 5 Курса стрельб 1932 г.) по поясной цели предельной дистанцией стрельбы будет дистанция около 1 000 *м*.

Наиболее же типичными дистанциями при стрельбе будут дистанции по головной цели около 300 *м*, по поясной около 600 *м* и в рост около 800 *м*.

Если при конструировании винтовочного прицела требовать некоторый запас дальности, учитывая необходимость стрельбы по крупным целям (например всадник), то вполне достаточным пределом для всех случаев боевого применения нужно считать дистанцию около 1 500 *м* [1]; при этом максимальный угол прицеливания не будет превосходить 2° 30′ и следова-

[1] Это согласуется с указанием КС-32: «Снайперы, вооруженные винтовками с оптическим прицелом, ведут самостоятельный огонь до 1 500 *м*, уничтожая мелкие, но важные, хорошо замаскированные и малозаметные цели . . . ».

тельно механизм для установки углов прицеливания может быть непосредственно введен в оптику прицела. Наибольшая величина боковой поправки определяется величиной отклонения пули от влияния ветра и деривация. Если считать, что точная стрельба может вестись при скорости ветра, не превосходящей 8 *м/сек*, то согласно таблице вероятных отклонений на дистанции 1 400 *м* получим суммарное отклонение средней точки попадания от деривации и ветра на 17,5 *м* или 13,1 тысячных. Следовательно прицел должен обеспечивать боковые поправки в пределах до + 0,013 дистанции. Согласно той же таблицы до дистанции 1 000 *м* боковая поправка не будет превосходить 0,008 дистанции, — это и будет фактически предел используемых боковых поправок, так как самым трудным при снайпинге является точный учет влияния силы ветра на стрельбу. Поэтому при сильном ветре (8 *м/сек*) стрельба на дистанции свыше 1 000 *м* даже по крупным целям будет мало точной, с большим расходом патронов и следовательно будет нерациональна, особенно если учесть необходимость всемерного сокращения общего числа выстрелов из снайперской винтовки, так как после 4 000 выстрелов необходимая для снайперской стрельбы точность боя винтовки начинает падать.

Особенное требование необходимо предъявить к точности механизмов винтовочного оптического прицела. Необходимо, чтобы ошибка, зависящая от механизмов, не вызывала бы отклонения средней траектории более, чем на одно вероятное отклонение как по высоте, так и по направлению, т. е. около 4 *см* на дистанцию 300 *м*.

Таким образом угловые ошибки механизма прицеливания и боковых поправок не должны превосходить 0,5′. Однако условия производства обычно не позволяют иметь точность механизмов прицела выше 1′.

Установка прицела на винтовку (монтаж прицела) должна обеспечивать возможность снимания прицела с винтовки для носки его в чехле отдельно от винтовки и быстрой постановки его на винтовку без нарушения положения нулевой линии прицеливания. Для того чтобы иметь возможность вести точный огонь, недостаточно иметь точный прицел, необходимо еще, чтобы он был правильно установлен на винтовке, т. е. необходимо, чтобы нулевая линия прицеливания (оптическая ось прицела) при установке шкалы дистанции и боковых поправок на 0 была строго параллельна оси канала винтовки. С этой целью механизмы для установки углов прицеливания и боковых поправок должны иметь специальные приспособления для регулировки шкал.

§ 13. Устройство винтовочного оптического прицела

Винтовочный оптический прицел представляет собой земную зрительную трубу, снабженную прицельным приспособлением. Прицельное приспособление состоит из при-

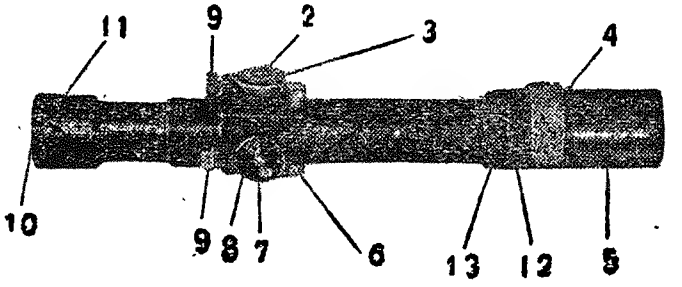

Рис. 25. Общий вид оптического винтовочного прицела обр. 1931 г.

1 — маховик для установки дистанций, *2* — регулировочные винты шкалы дистанций, *3* — шкала дистанций, *4* — диоптрийное кольцо с накаткой, *5* — окуляр, *6* — шкала боковых поправок, *7* — винт для регулировки, *8* — маховик для установки боковых поправок, *9* — стопорные винты, *10* — об'ектив, *11* — об'ективная часть, *12* — шкала диоптрий, *13* — указатель диоптрийной шкалы

цельных нитей, установленных в фокальной плоскости об'ектива трубы, и механизмов для установки углов прицеливания и боковых поправок. На

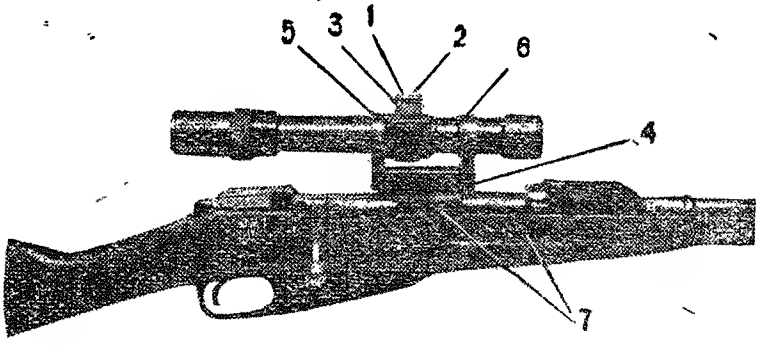

Рис. 26. Установка оптического винтовочного прицела обр. 1931 г. на винтовке.

1 — маховик для установки дистанций, *2* — регулировочные винты шкалы дистанций, *3* — шкала дистанций, *4* — основание кронштейна, *5* — заднее разрезное кольцо кронштейна, *6* — переднее разрезное кольцо кронштейна, *7* — основание базиса на винтовке для крепления кронштейна прицела

ис. 25—27 изображен общий вид оптического винтовочного прицела обр. 1931 г. Схема оптики трубы прицела представлена на рис. 28.

Прицельное приспособление состоит из рамки (рис. 29а и 29б) с круглым отверстием, к краям которой припаяны прицельные нити. Рамка вдоль наружных сторон имеет пазы

В верхнем и левом пазах с захватами помещаются матки винтов. Матки могут скользить в пазах вдоль сторон рамки. На правой и нижней сторонах рамки имеются пазы без захватов, в которые входят пятки, пропущенные через стенки

Рис. 27. Прикладка винтовки с оптическим прицелом обр. 1931 г.

коробки прицельного механизма. В верхнюю матку ввинчен винт углов прицеливания, пропущенный через верхнюю стенку коробки прицельного механизма. В левую матку ввинчен винт механизма боковых поправок, кото-

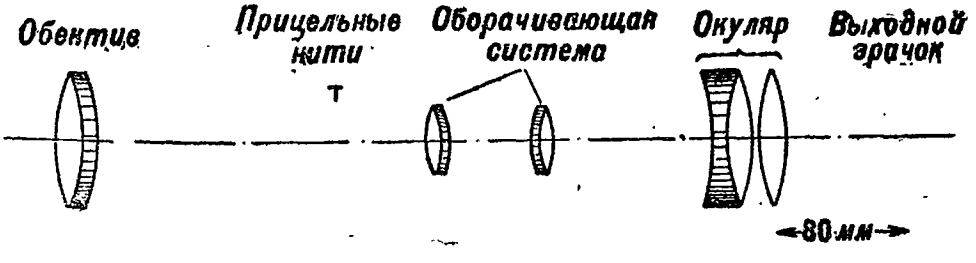

Рис. 28. Оптика трубы прицела обр. 1931 г.

рый пропущен через левую стенку коробки. Винты так закреплены в коробке, что они могут вращаться без продольного перемещения.

Поэтому при вращении верхнего винта по часовой стрелке он, ввинчиваясь в матку, потянет ее вверх. Вместе с маткой будет подниматься и рамка с прицельными нитями.

Матка винта боковых поправок и правая пятка при вращении верхнего винта будут скользить в пазах рамки,

направляя движение рамки вверх. При вращении винта
обратную сторону рамка с прицельными нитями будет опус
каться, причем в крайнем нижнем положении рамка, ложас
нижней стороной на пятку, тем самым предотвращает сры
рамки с верхнего винта от сотрясений при выстрелах.

Аналогично при вращении левого винта боковых поправо
рамка будет перемещаться влево или вправо. На маховик
углов прицеливания закреплено кольцо со шкалой диста
ций. Деления шкалы нанесены в гектометрах и занумерован

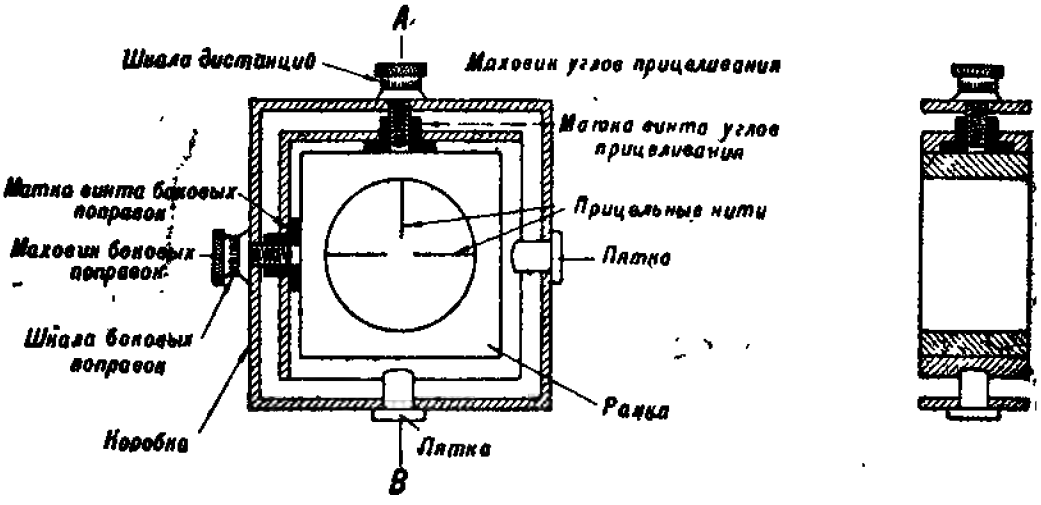

Рис. 29а. Схема механизмов углов прицеливания и боковых поправок

Рис. 29б. Развер
AB схемы механ
мов углов прицел
вания и боковых
правок (рис. 29а

череа один гектометр от 0 до 14. Установка дистанции в
полняется относительно неподвижного указателя на корпу
коробки механизма.

Шкала боковых поправок нанесена на кольце, закрепле
ном на левом маховике. Каждое деление шкалы равно 0,0
дистанции. Деления нанесены от 0 в обе стороны до 0,0
Одна часть шкалы отмечена знаком +, другая знаком —.

Прицельные нити винтовочного оптического прицела пре
ставляют собой тонкие проволочки, припаянные концами
краям круглого отверстия рамки. Прицельные нити устанав
ваются точно в фокальной плоскости об'ектива и при прицел
вании в прицел наблюдаются в виде черных линий. На рис.
изображены 6 образцов прицельных нитей, применяющих
в современных оптических винтовочных прицелах. Долголе
ний опыт показывает, что для боевой винтовки наилучш
является образец 1 (рис. 30), называемый обычно нормальны
Нормальный тип состоит из трех нитей. Средняя верт
кальная нить называется прицельным пеньком; она име

острый конец и собственно является мушкой оптического прицела. Остальные две боковые нити расположены обычно под прямым углом к средней и имеют тупые концы. Верхний край боковых нитей лежит строго на одной линии с острым концом прицельного пенька. Это необходимо для стрельбы по движущейся цели с выносом точки прицеливания в сторону движения цели. В последнем случае с целью совмещается верхний край боковой нити (рис. 31). Боковые нити называются *боковыми выравнивающими*, так как по ним винтовке придается правильное положение без сваливания.

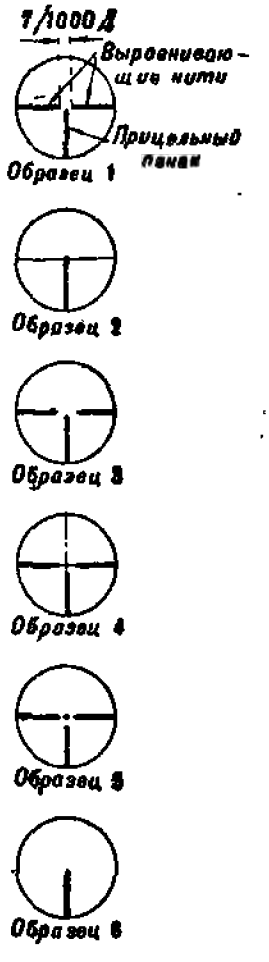

Рис. 30. Образцы прицельных нитей

При стрельбе с оптическим прицелом по неподвижной цели острый конец прицельного пенька совмещается с точкой прицеливания (рис. 32 и 33). При этом прицельный пенек должен быть строго вертикален. При таком положении прицельного пенька боковые выравнивающие примут строго горизонтальное положение. Самое небольшое отклонение прицельного пенька или боковых выравнивающих от указанного положения вызовет отклонение выстрелов в стороны.

Расстояние между концами боковых выравнивающих равно 0,007 дистанции, или 70 *см* на дистанцию 100 *м*. Острие прицельного пенька находится точно на середине этого расстояния. Расстояния от края левой или правой выравнивающей до вершины прицельного пенька равны 0,0035 *Д*, или 35 *см* на 100 *м*. Эти расстояния служат для измерения дистанции до цели, размеры которой известны. На рис. 29а прицельные нити показаны в обратном положении (прицельный пенек в верхней части поля зрения острием вниз); это об'ясняется тем, что в прицеле между прицельными нитями и окуляром помещается оборачивающая система, которая, переворачивая изображение прицельных нитей, позволяет глазу видеть их правильно, т. е. острием прицельного пенька вверх.

Вращая маховики механизмов углов прицеливания и боковых поправок (рис. 29а), мы перемещаем в поле зрения прицела прицельные нити вверх или вниз, вправо или влево и тем самым устанавливаем необходимые углы прицелива-

ния и боковую поправку. Для того чтобы уяснить себе принцип действия этого механизма, необходимо помнить, что прицельный щенок оптического прицела аналогичен мушке открытого (неоптического) прицела.

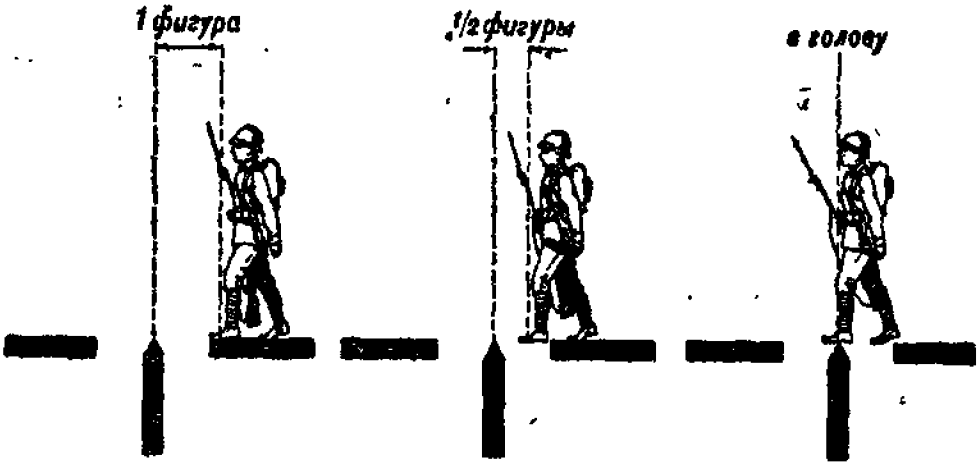

Рис. 31. Прицеливание по движущейся цели

Известно, что если, не трогая целика, сдвинуть мушку неоптического прицела вправо, то средняя точка попаданий переместится в сторону, обратную перемещению мушки, т. е.

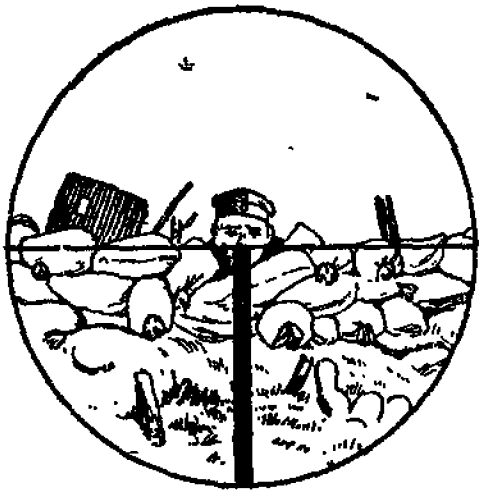

Рис. 32. Прицеливание в середину цели

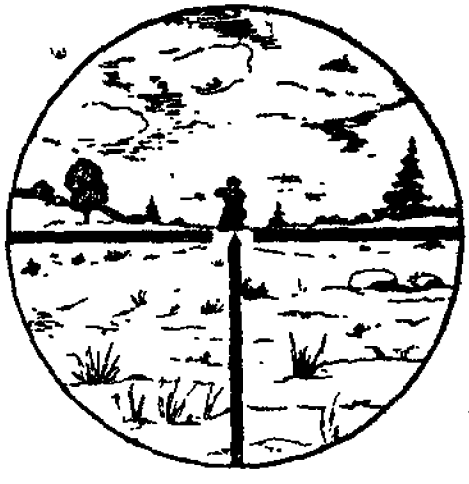

Рис. 33. Прицеливание под цель

влево. При перемещении мушки влево средняя точка попаданий отклонится вправо.

Если при том же целике мы заменим нормальную мушку более крупной, то средняя точка попаданий отклонится вниз, т. е. винтовка получит при прицеливании меньший угол прицеливания, чем при нормальной мушке. Если мы поста-

вим при том же целике на винтовку более мелкую мушку то средняя точка попаданий отклонится вверх, т. е. средняя траектория будет отвечать большей дистанции стрельбы (большему углу прицеливания), чем при нормальной мушке.

Аналогичную картину мы имеем и в оптическом прицеле. Если мы, вращая маховик углов прицеливания, опустим прицельный пенек вниз, то, для того чтобы совместить острие пенька с целью, нам придется всю винтовку с прицелом поднять дульной частью вверх, так как при этом изображение неподвижной цели будет перемещаться в поле зрения прицела в сторону, противоположную движению об'ектива прицела, т. е. вниз. Винтовка при этом соответственно величине перемещения прицельного пенька будет наклонена на больший угол прицеливания.

Отсюда для увеличения дистанции стрельбы необходимо прицельный пенек опустить вниз на величину, соответствующую увеличению угла прицеливания. Для перемещения точки попадания вправо (влево) необходимо прицельный пенек передвинуть влево (вправо), т. е. в обратную сторону. При угле прицеливания, равном 0, т. е. когда оптическая ось прицела параллельна оси канала винтовки, прицельный пенек занимает самое высокое положение в поле зрения прицела, при наибольшей дистанции стрельбы — самое низкое положение.

Практически при стрельбе нет необходимости помнить, куда следует перемещать пенек для установки угла прицеливания. Достаточно, вращая верхний маховик, установить против указателя деление шкалы, отвечающее нужной дистанции стрельбы; при этом пенек сам займет правильное положение.

Для правильной установки боковой поправки на шкале боковых поправок имеются знаки + и —. Если мы устанавливаем поправку на той части шкалы, которая отмечена знаком +, то средняя точка попаданий будет перемещаться вправо; для перемещения точки попадания влево установка должна быть выполнена по той части шкалы, которая имеет знак —. Для избежания ошибок следует помнить, что прицельный пенек следует перемещать в обратную сторону перемещения точки попадания.

Прицельные нити должны быть точно установлены в фокальной плоскости об'ектива, для того чтобы ошибка вследствие параллакса имела минимальное значение при любых положениях глаза относительно окуляра. Производственные возможности позволяют при сборке прицелов устанавливать прицельные нити с такой точностью, что ошибка за счет

параллакса нитей не превосходит 1′, причем эту точность удается обеспечить обычно только при установке прицельного пенька в середине поля зрения прицела, что соответствует дистанции стрельбы 1 000 *м* и боковой поправке 0.

При остальных установках, особенно при крайних положениях прицельного пенька, в поле зрения прицела ошибка от параллакса прицельных нитей получается больше (1,5—2′).

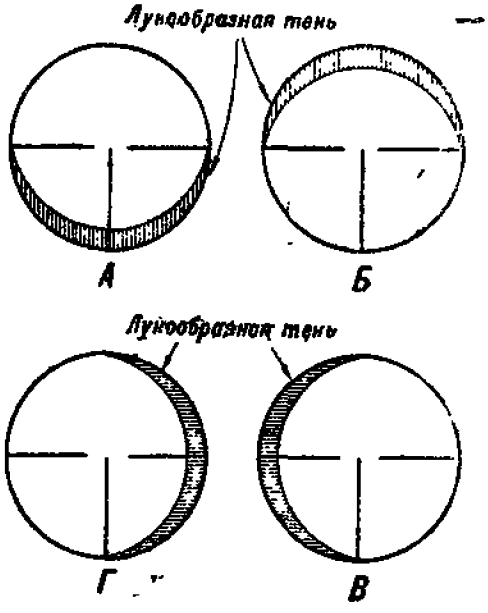

Рис. 34. Лунообразные тени на краях окуляра при отклонениях глаза стрелка от оптической оси прицела.

а — глаз отклонился вниз, *б* — глаз отклонился вверх, *в* — глаз отклонился влево, *г* — глаз отклонился вправо

Даже при параллаксе, равном 1′, ошибка в прицеливании даст на дистанцию 1 000 *м* отклонение средней точки попадания на 25 *см*. Параллакс в 2′ на дистанцию 300 *м* даст отклонение средней точки попадания на 17 *см*, т. е. при стрельбе на эту дистанцию по головной мишени диаметром 30 *см* вероятность промаха вследствие параллакса прицельных нитей будет 75 %.

Для того чтобы явление параллакса не сказывалось на точности прицеливания, необходимо, чтобы глаз стрелка располагался на продолжении оптической оси прицела. Это достигается правильностью прикладки. Отклонение глаза стрелка от оптической оси прицела может произойти от слишком высокого или слишком низкого помещения приклада в плече, а также от слишком высокого положения головы при прицеливании. При отклонении глаза стрелка от оптической оси прицела на краях окуляра появляются лунообразные тени (рис. 34). Стрелки должны внимательно следить, чтобы при прицеливании наблюдать все поле зрения прицела без лунообразных теней по краям.

Однако лунообразную тень не всегда можно заметить; поэтому единственным верным средством для предотвращения ошибок в прицеливании вследствие параллакса прицельных нитей являются правильная и однообразная прикладка, вырабатываемая путем длительных упражнений с оптическим прицелом и с учебным патроном.

Кроме параллакса прицельных нитей на точность стрельбы может еще влиять мертвый ход винтов механизма.

Под мертвым ходом следует понимать холостой поворот винта без соответствующего перемещения рамки с прицельными нитями. Так как мы устанавливаем заданную дистанцию или боковую поправку по шкалам, закрепленным на винтах относительно неподвижных указателей на коробке прицельного механизма, то следовательно каждому повороту винта отвечает определенная установка на шкалах и должно отвечать строго определенное перемещение рамки с прицельными нитями. При наличии мертвого хода винта (холостого поворота) заданной установке на шкалах не будет отвечать расчетное перемещение рамки, и следовательно установка угла прицеливания или боковой поправки будет выполнена с ошибкой. Так как влияние мертвого хода сказывается главным образом при перемене направления вращения винта, то для уменьшения ошибки следует выполнять установки по шкале вращением маховика всегда в одну сторону. Например для перехода от дистанции 200 *м* к дистанции 600 *м* необходимо, вращая верхний маховик по часовой стрелке, подвести деление шкалы с цифрой 6 к указателю. Если при этом деление 6 случайно перейдет указатель, то следует, вращая маховик в обратную сторону, установить шкалу на 2—3 деления меньше требующегося, т. е. 4—3, и затем вновь, осторожно вращая маховик по часовой стрелке, подвести деление 6 к указателю.

При уменьшении дальности, например при переходе от дистанции 6 к дистанции 3, следует, вращая маховик против часовой стрелки, установить сначала дистанцию, меньшую заданной, например 1, и затем, вращая маховик по часовой стрелке, подвести дистанцию 3 к указателю.

Указанные правила позволяют уменьшить влияние мертвого хода; однако, учитывая, что в условиях боевой обстановки ими не всегда можно будет воспользоваться (спешка, первое состояние стрелка), механизмы прицела изготовляются с такой точностью, что ошибка за счет мертвого хода при вращении маховика в любую сторону при выполнении установок не превышает 2′.

§ 14. Приспособление для установки прицела по глазу

Для установки прицела по глазу служит диоптрийное кольцо (рис. 25); расположенное в окулярной части прицела. Кольцо состоит из конической и цилиндрической частей с накаткой. На конической части нанесена шкала, а на окулярной трубке имеется указатель. Для нормального глаза диоптрийное кольцо должно быть поставлено так, чтобы

против указателя стояло нулевое деление шкалы. Одна половина шкалы обозначена знаком + и соответствует установкам для дальнозоркого глаза. Другая половина шкалы со знаком — для близорукого глаза. Установка прицела по глазу выполняется следующим образом. Положить винтовку с оптическим прицелом на какой-либо упор и, приняв правильную прикладку, навести прицел на какой-либо удаленный предмет (не ближе 200 *м*) с правильными и резкими очертаниями (здание, белая мишень с черным яблоком, надпись на вывеске и т. п., но не кусты, деревья, вершины холмов или гор). Затем правой рукой, не изменяя положения глаза относительно окуляра, вращать диоптрийное кольцо справа налево или слева направо до тех пор, пока предмет не будет резко и отчетливо виден в прицел. Записать и запомнить то деление шкалы на диоптрийном кольце, против которого оказался указатель, и в дальнейшем перед стрельбой проверять установку диоптрийного кольца на это деление.

§ 15. Выбор точки прицеливания при стрельбе с оптическим прицелом

При стрельбе с оптическим прицелом прицеливаться можно под цель (рис. 33) или в середину цели (рис. 32).

Если установка по шкале дистанций оптического прицел

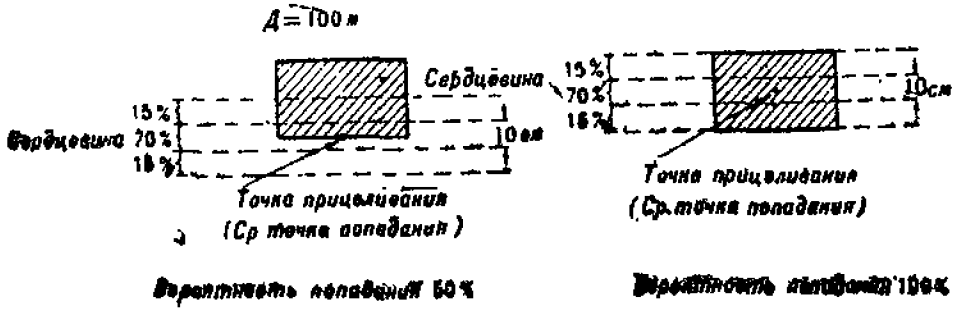

Рис. 35. Вероятность попаданий при выборе точки прицеливания в подошве и в середине цели на расстоянии 100 *м*

в точности отвечает расстоянию до цели, то средняя точка попадания совпадает с точкой прицеливания. Поэтому при выборе точки прицеливания в подошве цели (прицеливание под цель) поражать цель будут пули только верхней половины площади рассеивания. Так например (рис. 35) при стрельбе на дистанцию 100 *м* по головной мишени (размером 50×30 *см*) с установкой прицела 1 при прицеливании под цель вероятность поражения цели будет только 50%.

Если при тех же условиях мы выберем точку прицеливания в середине цели, то вероятность поражения цели будет 100%, т. е. в два раза больше. С увеличением дистанции стрельбы, как видно из рис. 36 и 37, увеличение вероятно-

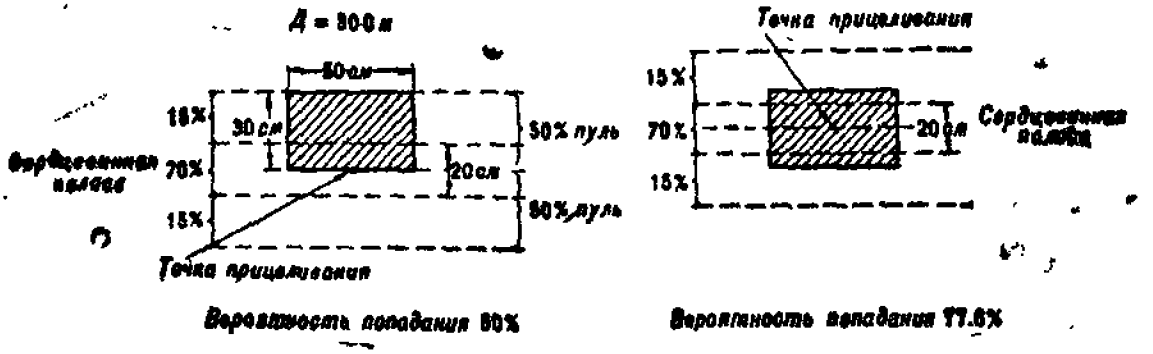

Рис. 36. Вероятность попаданий при выборе точки прицеливания в подошве и в середине цели на растоянии 300 м

сти поражения при прицеливании в середину цели по сравнению с вероятностью поражения при прицеливании под цель становится меньше и на дистанции 600 м для голов-

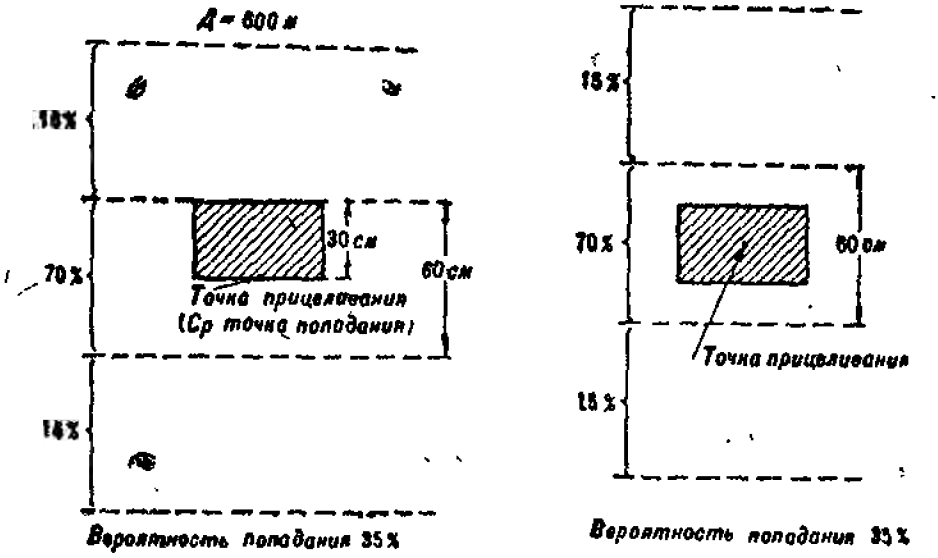

Рис. 37. Вероятность попаданий при выборе точки прицеливания в подошве и в середине цели на расстоянии 600 м

ной цели прицеливание в середину цели не дает никакого преимущества перед прицеливанием под цель. Однако для дистанций до 300 м более выгодным с точки зрения вероятности поражения цели является прицеливание в середину цели. Прицеливание под цель в остальном отношении обладает значительными преимуществами перед прицеливанием в середину цели: точка прицеливания в подошве цели и

острие прицельного пенька хорошо видны на фоне местности в момент совмещения, поэтому совместить их можно значительно точнее; прицеливание под цель является привычным для стрелка, так как оно принято при прицеливании с неоптическим прицелом.

Для того чтобы при прицеливании под цель средняя траектория проходила через середину цели и следовательно чтобы вероятность поражения была та же, что и при прицеливании в середину цели, необходимо в установку прицела по дистанционной шкале вводить поправку с таким расчетом, чтобы превышение траектории над линией прицеливания в расстоянии от точки вылета пули, равном дистанции до цели, составляло половину высоты цели, т. е. 15 *см* для головной мишени, 25 *см* для грудной, 60 *см* для поясной и 85 *см* для цели в рост.

Приведем таблицу величин этих поправок для головной цели на разные дистанции стрельбы.

ТАБЛИЦА ВЕЛИЧИН ПОПРАВОК ПРИ ПРИЦЕЛИВАНИИ ПОД ЦЕЛЬ ДЛЯ ГОЛОВНОЙ МИШЕНИ НА РАЗНЫЕ ДИСТАНЦИИ СТРЕЛЬБЫ

Дистанция до цели в *м*	Поправка к установке прицела на половину высоты головной цели (15 *см*) в делениях прицела	Окончательная установка прицела для стрельбы по головной цели с прицеливанием под цель
100	+2	3
200	+1	3
300	+1/2	3 1/2
400	+1/3	4 1/3
500	+1/5	5 1/5
600	+1/7	6 1/7

Окончательную установку прицела принято округлять до целого деления. Например при стрельбе в головную мишень на дистанции 300 *м* с наводкой под цель берут окончательную установку прицела не 3 1/2, как это следовало бы по приведенной выше таблице, а 3 и т. д.

Составим такую же таблицу для больших по размерам целей: грудная, поясная и в рост.

Из этой таблицы мы видим, что с увеличением размеров цели величина поправки, особенно для ближних дистанций, возрастает. Так как вводить поправку в установку прицела

ТАБЛИЦА ПОПРАВОК К УСТАНОВКЕ ПРИЦЕЛА НА ПОЛОВИНУ ВЫСОТЫ ЦЕЛИ ПРИ ПРИЦЕЛИВАНИИ ПОД ЦЕЛЬ

Дистанция в *м*	Установка прицела	Поправка в делениях прицела			Примечание
		Грудная ($^1/_2$ высоты цели =25 *см*)	Поясная ($^1/_2$ высоты цели =60 *см*)	В рост ($^1/_2$ высоты цели =85 *см*)	
100	1	+3	+6	+7	Поправки взяты с точностью до $^1/_2$ деления прицела
200	2	+1 1/2	+3	+4	
300	3	+1	+2	+2 1/2	
400	4	+1/2	+1	+1 1/2	
500	5	0	+1	+1	
600	6	0	+1/2	+1/2	
700	7	0	+1/2	+1/2	
800	8	0	0	+1/2	
900	9	0	0	0	
1 000	10	0	0	0	

в боевых условиях затруднительно (необходимо пользоваться таблицей), а с другой стороны прицеливание по крупным целям на близких дистанциях с оптическим прицелом в середину цели не представляет затруднений, можно рекомендовать следующие правила выбора точки прицеливания:

1) по головной цели следует прицеливаться на всех дистанциях под цель, но установку прицела на дистанциях, меньших 300 *м*, ставить —3;

2) по грудной цели до дистанции 400 *м* прицеливаться в середину цели, а на больших дистанциях — под цель; установка прицела должна всегда отвечать дистанции до цели;

3) по поясной цели и цели в рост до дистанции 800 *м* прицеливаться в середину цели и на дистанциях свыше 800 *м* — под цель; установка прицела всегда должна отвечать дистанции до цели.

§ 16. Установка прицела на винтовку (монтаж прицела)

Установка прицела на винтовке выполняется с помощью специального кронштейна. Оптический прицел закрепляется в кронштейне и вместе с кронштейном устанавливается на винтовку. Таким образом установка прицела включает два скрепления: прицела в кронштейне и кронштей-

на на винтовке. Крепление прицела в кронштейне должно быть надежным, т. е. должно обеспечить несбиваемость линии прицеливания в боевых условиях. Прицел, раз установленный в кронштейне, больше от него не отделяется в процессе службы. Крепление кронштейна на винтовке должно обеспечить, помимо требований прочности и надежности, возможность снимания прицела с винтовки, для носки его на походе в специальном чехле и быстрой установки прицела на винтовку при переходе из походного положения в боевое. При этом прицел должен устанавливаться без нарушения приданного ему при проверке боя винтовки положения, т. е. так, чтобы, установив прицел на винтовку, стрелок мог немедленно перейти к ведению огня без необходимости предварительной поверки боя винтовки после каждой его постановки. Для этого необходимо, чтобы при снимании и постановке прицела его оптическая ось не отклонялась от приданного ей при поверке боя винтовки направления на угол, больший 1'.

Монтаж является весьма ответственной частью в системе винтовочного оптического прицела, так как при ненадежности крепления прицела все те высокие точности, которые достигаются с большой затратой сил и средств при изготовлении оптического прицела, будут сведены на-нет и точность стрельбы с оптическим прицелом будет ниже, чем с обыкновенным открытым прицелом.

Кроме прочности и надежности монтаж прицела должен удовлетворять условию симметричности, т. е. прицел должен быть расположен сверху над стволом или затвором; при этом оптическая ось прицела должна быть расположена в одной вертикальной плоскости с осью канала винтовки. Установка оптического прицела на винтовке должна обеспечивать кроме того возможность стрельбы и с открытым прицелом, не снимая оптического прицела. Трудность выполнения монтажа, удовлетворяющего этим условиям, а также невозможность при расположении прицела сверху над затвором производить заряжание целой обоймой и необходимость отгибать рукоять затвора вниз (рис. 27) приводят к попыткам заменить этот монтаж установкой прицела сбоку слева от ствола. Такая установка прицела была принята например во время империалистической войны в британской армии. Вот что говорит по поводу такого монтажа Хрискет-Пэгард в своей книге «Снайпинг во Франции»: «Наибольшим затруднением при обучении снайперов во всей британской армии являлось то обстоятельство, что телескопический прицел у винтовок казенного образца был при-

клепан к стволу не сверху, а сбоку с левой стороны ствола. Такая неудачная установка вела ко всякого рода недоразумениям. Прежде всего она влияла на меткость стрельбы: приходилось вводить соответствующую поправку; кроме того стреляющие сваливали винтовку на бок, а некоторые зажмуривали правый глаз и прицеливались левым. Но хуже всего в позиционной войне было то, что для этого бокового прицела бойницы щитов оказались слишком узкими, и, когда ствол винтовки вводился в бойницу, были видны в прицел лишь задняя плоскость щита или в лучшем случае левый край отверстия бойницы».

Приведенные недостатки монтажа прицела сбоку вполне заслуживают внимания; поэтому этот монтаж необходимо считать неудовлетворительным и применять его только в крайнем случае, когда симметричный монтаж (прицел над стволом) невозможен вследствие конструктивных особенностей оружия.

По своему устройству (конструкции) применяются следующие виды монтажа.

1. Крепление прицела в кронштейне:

а) с помощью разрезных колец и винтов;

б) с помощью впаянных в прицел колец или полуколец;

в) с помощью припаянной к прицелу зубчатой рейки.

Крепление с помощью разрезных колец и винтов показано на рис. 26.

Недостатком этого способа крепления является невозможность точно установить предел, до которого следует подтягивать винты, чтобы надежно укрепить трубу в кронштейне. При недостаточно сильном затягивании винтов они могут сдавать при стрельбе, поэтому необходимо время от времени в течение службы прицела их подтягивать. Так как усилие, с которым мы подтягиваем винт, каждый раз может быть разным, то и положение оптической оси прицела относительно винтовки после каждого подтягивания винтов будет разным; поэтому необходимо после каждого подтягивания винтов производить поверку боя винтовки.

При очень сильном подтягивании винтов возможна деформация трубы и связанное с ней расстройство оптической системы прицела.

Достоинством крепления с помощью разрезных колец является его простота, особенно ввиду отсутствия необходимости разбирать прицел для установки его на кронштейн.

Крепление с помощью впаянных в трубу прицела колец показано на рис. 38. Это крепление является

наиболее надежным, проверенным на практике многих лет. Однако выполнение его весьма сложно и производится только на заводах. Впайка трубы в кольцо, чтобы не повредить оптической системы, требует полной разборки прицела, причем прицел приходится разбирать и собирать два раза. Собранный и выверенный на оптическом заводе прицел разбирается. На трубу прицела надеваются кольца, после чего прицел вновь собирается вместе с кольцами. Затем на специальном приборе устанавливаются кольца так, чтобы оптическая ось была строго параллельна направляющим

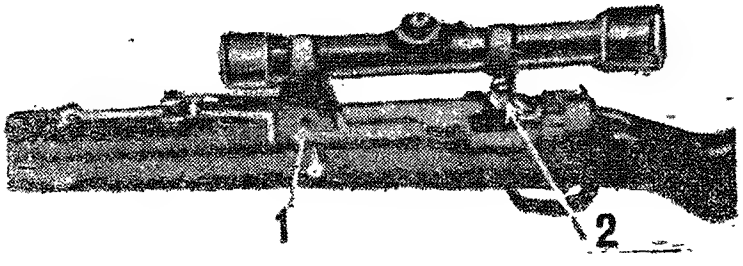

Рис. 38. Крепление прицела на кронштейне с помощью впаянных в трубу прицела колец

кронштейна и чтобы прицельный пенек был строго вертикален После этого положение колец отмечается. Затем прицел разбирается, кольца ставятся на припое и прицел вновь собирается и выверяется.

Мастер, производящий эту работу, должен иметь квалификацию и оптика и оружейника.

Постановка массового производства прицелов с впаянными кольцами является весьма затруднительной.

Впайка прицела в полукольца является производственно более простой. Разбирать и собирать прицел нужно только один раз. Так как полукольца охватывают только нижнюю часть прицела, то могут в верхней части трубы появляться вредные напряжения в материале, неблагоприятно влияющие на оптику. Особенно это может иметь место при высокой или очень низкой температуре воздуха. Поэтому применение полуколец в военных винтовочных прицелах непригодно.

Учитывая, что применяющиеся системы крепления прицела в кронштейне не обеспечивают удовлетворительного решения задачи, иностранные фирмы пытаются выработать новый способ крепления. Одним из таких последних предложений германской оптической фирмы Карл Цейсс является крепление прицела с помощью планки с зубчатой

нарезкой, изображенной на рис. 39. Планка с зубчатой нарезкой (кремальерой) припаивается снизу к трубе прицела. Планка своими краями входит в захваты пяток кронштейна прицела, и пятки крепятся винтами. Это крепление удобно особенно тем, что допускает передвижение всей трубы вдоль кронштейна для установки окуляра от глаза стрелка на наилучшем для данного стрелка расстоянии, что обеспечивает удобство прикладки, а следовательно и точность стрельбы.

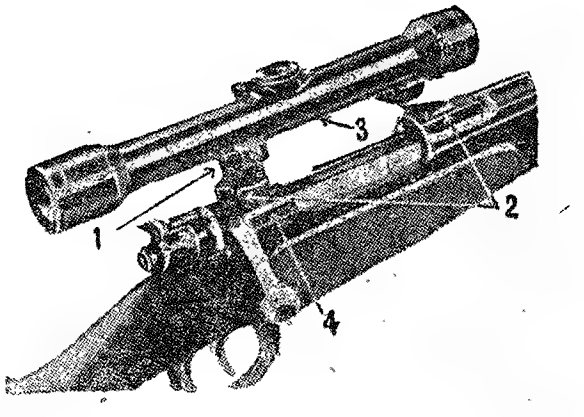

Рис. 39. Крепление прицела на кронштейне с помощью планки с зубчатой нарезкой.

1 — пятка кронштейна, *2* — базисы, *3* — планка с зубчатой рейкой, *4* — задний мост

В настоящее время этот способ крепления еще не испытан. Кроме того крепление с помощью рейки является удобным только для телескопов типа Zielacht Цейсса (рис. 40). Так как этот телескоп имеет сплошную трубу без выступающих снизу частей, то является возможным снизу прицела прикрепить сплошную планку с зубчатой нарезкой. Для телескопа обр. 1931 г., имеющего в средней части трубы выступающую коробку,

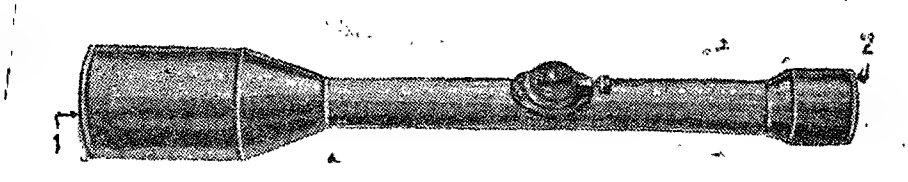

Рис. 40. Телескоп Zielacht Цейсса

потребуется припаивание двух планок — впереди и сзади коробки, причем перемещение прицела с планками для пригонки по глазу будет не больше, чем при кольцах.

2. Крепление кронштейна на винтовке:

а) на горизонтальном основании (базисе);
б) на вертикальном основании (базисе).

Кронштейн с установленным на него прицелом крепится на винтовке с помощью специальных приспособлений, закрепленных на ствольной коробке винтовки и называемых базисами. Если базисы расположены сверху ствольной коробки, то крепление называется горизонтально-базисным

(рис. 26, 38 и 39). Если базисы установлены слева на боковой части ствольной коробки, то крепление называется вертикально-базисным.

Горизонтально-базисное крепление может быть выполнено или с помощью двух коротких базисов (рис. 38 и 39) или с помощью одного длинного базиса (рис. 26).

Крепление с помощью двух базисов может быть удобно выполнено только для винтовок, ствольная коробка которых имеет задний мост, например винтовка сист. Маузер. Для винтовок, не имеющих заднего моста, как например наша 7,62-*мм* обр. 1891 г., приходится при горизонтально-базисном монтаже ограничиваться одним длинным базисом, расположенным сверху передней части ствольной коробки (рис. 26). Недостатками такого монтажа является малое расстояние между кольцами кронштейна для крепления прицела, причем ввиду большего выноса прицела вперед приходится его возможно больше сдвигать назад в кронштейне, для того чтобы обеспечить необходимое расстояние окуляра от глаза стрелка. Вследствие этого кольца кронштейна приходятся в передней части прицела и большая часть прицела оказывается навесу.

Для того чтобы прицел при снимании и постановке его на винтовку обеспечивал неизменное положение оптической оси, приданное ему в результате поверки боя винтовки, необходимо, чтобы направляющие ребра базиса и кронштейна были выполнены очень точно. Только при этом условии монтаж может дать хороший результат.

При вертикально-базисном монтаже направляющие базисы расположены в вертикальной плоскости; базис привинчен с левой стороны ствольной коробки. Направляющие кронштейна также расположены в вертикальной плоскости. Этот тип монтажа является более надежным и требует меньшей точности в изготовлении направляющих базиса и кронштейна, чем горизонтально-базисный монтаж. Это об'ясняется тем, что при таком монтаже расстояние между кольцами кронштейна может быть больше и следовательно прицел не будет навесу. Кроме того после постановки на базис кронштейн может быть зажат винтом, который, проходя через тело кронштейна и базиса, устраняет смещение прицела вследствие зазора между направляющими кронштейна и базиса. При горизонтальном монтаже зажимные винты упираются в направляющие сбоку и тем в зависимости от зажимания винтов отводят об'ектив в сторону.

Однако повторяем, при точном изготовлении (по предельным калибрам) кронштейна и базиса и длине базиса не

меньше 100 *мм* горизонтально-базисный монтаж также может обеспечить достаточную надежность и точность крепления прицела на винтовке.

§ 17. Выверка (регулировка) винтовочного оптического прицела

Под выверкой (регулировкой) оптического прицела следует понимать совокупность операций, предназначенных для придания правильного положения прицелу на винтовке. Правильное положение прицела на винтовке характеризуется тем, что при стрельбе с установкой дистанции и боковой поправки, в точности соответствующих расстоянию до цели и величине ветра и деривации, средняя точка попадания должна совпадать с точкой прицеливания.

Выверка прицела состоит из:

а) заводской выверки прицела при установке его на винтовку;

б) поверки боя винтовки с оптическим прицелом в войсковой части.

Оптический винтовочный прицел после изготовления на оптико-механическом заводе поступает на оружейный завод. Здесь прицел устанавливается в кронштейне. Кронштейн с прицелом так пригоняется к винтовке, чтобы оптическая ось прицела при нулевых установках была параллельна оси канала винтовки. Проверка точности этой установки выполняется с помощью специального оптического прибора.

Ввиду того что кронштейн и базис на винтовке изготовляются с известными допусками, а также вследствие возможных в процессе службы нарушений в положении оптической оси прицела по отношению к оси канала винтовки в войсковой части должна выполняться поверка боя винтовки с оптическим прицелом.

§ 18. Поверка боя винтовки с оптическим прицелом

Поверка боя винтовки с оптическим прицелом производится:

1) при поступлении винтовки с оптическим прицелом в войсковую часть;

2) после исправлений, произведенных в монтаже прицела, или после замены неисправного прицела;

3) после отладки винтовки, если будет установлено, что бой ее после этого резко изменился;

4) при передаче винтовки с оптическим прицелом на вооружение другому стрелку;

5) периодически вне зависимости от каких-либо других причин после производства 150—200 выстрелов;

6) во всех случаях, когда будет замечено отклонение в бое, превышающее нормальное.

Перед поверкой *боя винтовки* с оптическим прицелом производится поверка ее боя с неоптическим (открытым) прицелом согласно «Правилам приведения винтовки к точному бою» (изд. Инспекции пехоты и стрелковой подготовки РККА).

Поверка боя винтовки с оптическим прицелом производится также применительно к указанным правилам.

Стрельба производится при отсутствии ветра и дождя по мишени, поставленной на точно вымеренном от линии огня расстоянии в 100 *м* (под прямым углом к стреляющему и строго отвесно).

Вращая маховички (рис. 25) оптического прицела, устанавливаются прицел 3 по шкале дальностей и боковая поправка 0 по шкале боковых поправок. Точкой прицеливания служит круг (*яблоко*) диаметром 25 *см*, наклеенный на щит. Прицельный пенек подводится острием под яблоко. Над точкой прицеливания цветным карандашом или мелом намечается контрольная точка. Превышение контрольной точки над точкой прицеливания для винтовки обр. 1891/30 гг. с оптическим прицелом (при температуре + 15° по Цельсию, атмосферном давлении 750 *мм* и начальной скорости пули 870 *м/сек*) должно быть + 13 *см*, т. е. на 4 *см* ниже, чем при стрельбе с открытым прицелом. Объясняется это тем, что при открытом прицеле благодаря незначительному превышению вершины мушки над осью канала винтовки (всего 2 *см*) обычно считают, что точка вылета пули и вершина мушки совпадают. При оптическом прицеле этого допущения сделать нельзя, так как центр объектива оптического прицела расположен значительно выше точки вылета, чем вершина обыкновенной мушки (около 5,5 *см*). Поэтому величины превышений средней траектории над линией прицеливания при стрельбе с оптическим прицелом будут меньше, чем при стрельбе с неоптическим прицелом (рис. 41).

Стрельба ведется группами по 4 выстрела. После каждой группы определяется отклонение средней точки попадания от контрольной точки. На основании величины этого отклонения вносятся поправки в установки прицела.

Стрельба продолжается до тех пор, пока отклонение средней точки попадания от контрольной точки будет не больше 3 *см*.

По окончании поверки боя необходимо, не изменяя положения прицельного пенька, полученного в результате при-

стрелки, привести обе шкалы к первоначальным установкам: 3 по шкале дистанций и 0 по шкале боковых поправок. Для этого следует отжать и повернуть на 1 оборот по два винта (рис. 25) на маховичках дистанций и боковых поправок и, удерживая маховички от вращения, передвинуть кольца, на которых нанесены шкалы, так, чтобы нужные деления шкал установились против указателей, после чего зажать винты.

§ 19. Определение дистанции с помощью оптического прицела

Винтовочный оптический прицел позволяет измерять дистанции до целей, размеры которых точно неизвестны. В этом случае прицел используется как дальномер. Для измерения дистанции в оптическом прицеле служит расстояние между боковыми выравнивающими нитями. Это

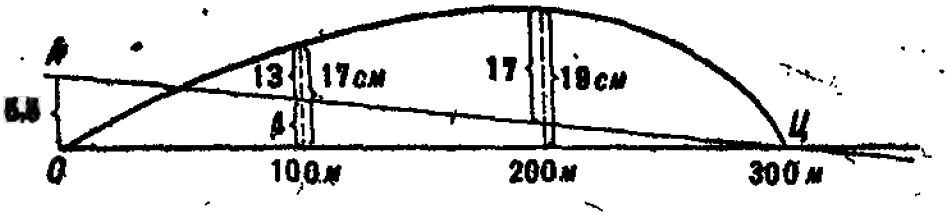

Рис. 41. Превышение средней траектории над линией прицеливания.

А — центр об'ектива оптического прицела, *О* — центр дульного среза, *ОЦ* — линия прицеливания открытого прицела, *АЦ* — линия прицеливания оптического прицела

расстояние соответствует углу, под которым на дистанции 100 *м* видна цель размером по ширине 70 *см*. Следовательно если цель, имеющая размер по ширине 70 *см*, при наблюдении в прицел точно покрывает промежуток между двумя концами боковых выравнивающих, то расстояние до цели равно 100 *м*; если же эта цель покрывает половину всего промежутка, т. е. заключена между одним из концов выравнивающих линий и концом прицельного пенька, то расстояние до цели равно 200 *м*; если четверть этого промежутка (или половину между одним концом боковой выравнивающей и прицельным пеньком),—то 400 *м* и т. д.

Для того чтобы измерить расстояние до цели, необходимо действительный поперечный размер цели, взятый в сантиметрах, умножить на число, показывающее, сколько раз цель уложилась в базе (или в половине базы), и затем полученное произведение разделить на величину базы, т. е. на 70 *см*

или на 35 *см*, если цель укладывалась в половине базы. Полученное число даст нам дистанцию до цели, выраженную в сотнях метров (в гектометрах). Так например, если при измерении расстояния до грудной цели, поперечник которой согласно КС-32 равен 50 *см*, цель уложилась в половине базы 4 раза, то дистанция до цели будет равна:

$$\frac{50 \cdot 4}{35} = \frac{200}{35} = 5{,}7, \text{ т. е. } 570\ м.$$

При измерении дистанции до крупных целей (например всадник) следует пользоваться полной базой. Половиной базы следует пользоваться для измерения дистанции до мелких целей, как например голова, пулеметный щит, бойница.

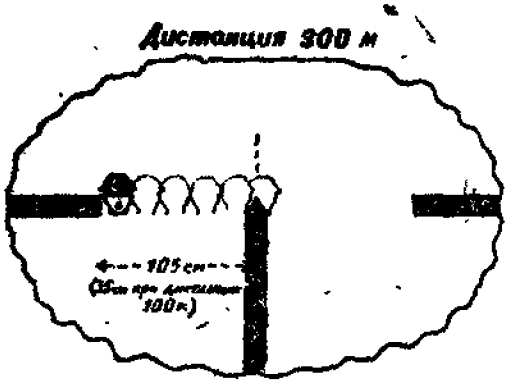

Рис. 42. Измерение дистанции до головной цели, имеющей поперечник 20 *см*.

Цель уложилась в половине базы $5\frac{1}{4}$ раза; дистанция до цели $(20 \times 5\frac{1}{4}) : 35 = 3$ или 300 *м*

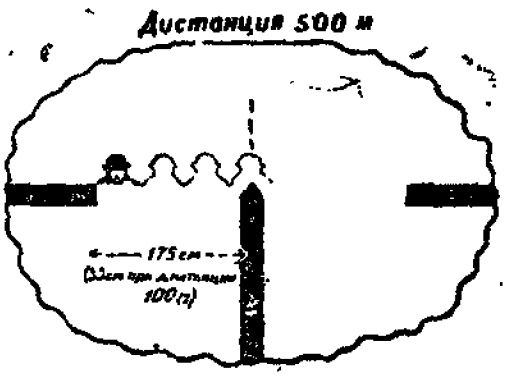

Рис. 43. Измерение дистанции до грудной цели, имеющей поперечник около 50 *см*.

Цель уложилась в половине базы $3\frac{1}{2}$ раза; дистанция до цели $(50 \times 3\frac{1}{2}) : 35 = 5$ или 500 *м*

На рис. 42 и 43 показано измерение дистанции до головной и грудной целей. Для определения покрытия цели базой (сколько раз цель умещается в базе) необходимо подвести прицельные нити к цели так, чтобы тупой конец одной из выравнивающих совместился без просвета с краем цели, и, удерживая прицел в таком положении, определить наглаз, сколько раз цель умещается в базе или в ее половине.

Точность измерения дистанции оптическим прицелом зависит таким образом от того, насколько точно нам известен размер цели, от ее положения относительно линии прицеливания, а также от того, насколько точно было определено покрытие цели базой. Точность покрытия цели базой зависит от степени видимости цели и от наличия на цели резких контуров, обеспечивающих точное совмещение боковой выравнивающей с краем цели. Точность определения

сколько раз цель укладывается в базе, зависит от натренированности стрелка.

Измерение дистанции до цели оптическим прицелом не во всех случаях может дать хороший результат; поэтому этот способ не исключает глазомерного определения дистанции, а лишь дополняет его.

§ 20. Сбережение прицела

Главными недостатками оптического винтовочного прицела являются его хрупкость и возможность расстройства оптической системы от резких ударов. Стекла (линзы) оптического прицела устанавливаются на определенных расстояниях друг от друга, строго отвечающих расчету оптической системы. При малейшем смещении в положении линз прицел будет давать неясное или искаженное изображение предметов. Линзы прицела изготовляются из мягких сортов стекла; поэтому они легко могут царапаться частицами песка и пыли. Проникание внутрь прицела влаги немедленно выводит его из строя.

Все это требует от стрелка тщательного ухода за прицелом и сбережения прицела в процессе стрельбы.

Для предохранения прицела от ударов необходимо при различных переездах, выходах в поле на занятия, на походе и в боевых условиях, когда винтовка не должна быть немедленно готова к открытию огня, носить прицел отдельно от винтовки в специальном кожаном или брезентовом чехле с ремнем для носки прицела на плече или на поясе. При чистке винтовки прицел также должен быть снят.

Для предохранения стекол прицела от пыли и грязи служит специальный кожаный пылепредохранитель в виде двух кожаных колпачков, связанных между собой ремнем и надеваемых на об'ектив и окуляр прицела. Во всех случаях, когда не ведут огня, пылепредохранитель должен быть надет на прицел. При снятии прицела с винтовки и укладке его в чехол пылепредохранитель не снимается. Протирку стекол об'ектива и окуляра в случае их запотевания или загрязнения следует производить совершенно чистой мягкой материей (небольшой кусок хорошо стиранной ветоши) или замшей. Необходимо обращать внимание, чтобы на замше или тряпке не было песчинок, так как ими можно поцарапать стекла. С той же целью желательно до протирания стекол смахнуть с них пыль мягкой волосяной кисточкой. Никогда не следует трогать стекол пальцами. Разборка прицела в частях войск должна быть строго воспрещена, так как для

правильной установки линз после разборки необходимы специальная аппаратура и специальные знания. В случае неисправностей, обнаруженных в прицеле, последний должен быть направлен для исправления на оптико-механический завод.

Прежде чем вкладывать прицел в чехол, его следует обтереть сухой мягкой тряпкой, протереть специальной тряпкой или замшей стекла и надеть пылепредохранитель. Наружные металлические части протираются слегка масляной тряпкой.

Для предотвращения проникновения в прицел влаги оправы линз при постановке их в трубу смазываются водонепроницаемой замазкой, причем собранный на заводе прицел подвергается испытанию под искусственным дождем. Однако при очень резких колебаниях температуры, если прицел покрыт влагой, может происходить сбразование внутри прицела росы, для устранения которой прицел придется отправить на завод. Такие случаи имели место во время экскурсий в горах, когда днем температура доходила до 50—60°, а ночью падала ниже 0° и прицел покрывался инеем; здесь даже в лучших телескопах появлялась роса. Необходимо следить, чтобы прицел всегда был насухо вытерт. При хранении винтовок с оптическими прицелами в казарменном помещении они должны храниться в сухом отапливаемом помещении с нормальной комнатной температурой в специальном шкафу. Прицелы хранятся вместе с винтовками в своих футлярах. Хранение прицелов во влажном помещении способствует осаждению росы на линзах, которая при продолжительном действии вызовет образование пятен и налетов на поверхности стекол.

§ 21. Оптические винтовочные прицелы для стрельбы ночью

Стрельба с оптическим винтовочным прицелом возможна ночью при лунном свете на близких дистанциях до 200—300 *м*. Однако стрельба в этих условиях с оптическим прицелом 4 × увеличения является затруднительной и требует длительной тренировки снайпера. Об'ясняется это тем, что лунное освещение целей является очень слабым, и поэтому для возможности такого прицеливания прицел должен обладать большим увеличением, чем 4 × при светосиле не меньше 42 (считая диаметр зрачка нормального глаза в этих условиях 6,5 *мм*).

Как известно, диаметр об'ектива при данной величине выходного зрачка будет тем больше, чем больше увеличе-

ние; поэтому винтовочные прицелы с большим увеличением имеют большой диаметр об'ектива.

На рис. 40 приведена фотография прицела Цейсса (Zielacht) 8 × увеличения для ночной стрельбы. Характеристики этого прицела по сравнению с 4 × прицелом Цейсса (Zielvier) (рис. 38) следующие.

Название прицела	Увеличение	Поле зрения	Диаметр выходного зрачка	Светосила	Диаметр об'ектива	Длина	Вес
Zielvier	4×	6,5°	7,7 *мм*	59,3	35 *мм*	270 *мм*	390 *г*
Zielacht	8×	3,25°	6,5 *мм*	42	56 *мм*	370 *мм*	490 *г*

Удаление выходного зрачка от окуляра для обоих прицелов равно 80 *мм*.

Пользоваться прицелом большого увеличения для стрельбы днем менее удобно, чем 4 × прицелом, так как при-

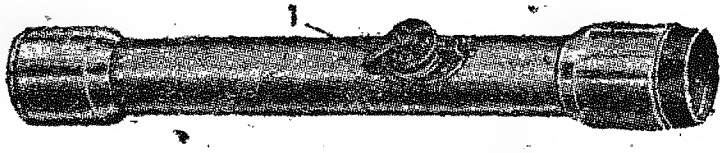

Рис. 44. Оптический (телескопический) прицел К. Цейсс с переменным увеличением x_1—$x\delta$ Zielmultar.

1 — рычажок

цел с большим увеличением имеет малое поле зрения, что затрудняет стрельбу по двигающимся целям, а уменьшение диаметра выходного зрачка затрудняет установку глаза в плоскости выходного зрачка, что замедляет стрельбу.

Эти причины побудили искать решения по созданию универсального винтовочного прицела, годного для стрельбы как днем, так и ночью и вообще при разных условиях освещения целей с непрерывно изменяющимся по желанию стрелка увеличением. Очевидно, что в таком прицеле при постоянном диаметре об'ектива с изменением увеличения должны изменяться и остальные оптические характеристики: поле зрения, светосила, диаметр выходного зрачка.

Прицел с непрерывно изменяющимся в известных пределах увеличением называется панкратическим Представителем прицелов такого типа может служить панкратический прицел Цейсса Zielmultar, изображенный на рис. 44.

Увеличение этого прицела при вращении рычажка (1) изменяется непрерывно от 1× до 6×. При этом поле зрения изменяется от 12° до 4° и диаметр выходного зрачка—от 21 до 7 *мм*. Диаметр об'ектива прицела—46 *мм*, длина 335 *мм* и вес—795 *г*.

Для получения непрерывного изменения увеличения каждая из обеих линз оборачивающей системы должна передвигаться вдоль оптической оси прицела по особому закону,

Основными недостатками панкратического прицела являются его большой вес и высокая стоимость.

Для стрельбы ночью при лунном свете с оптическим прицелом является весьма желательным применение наглазника, т. е. резиновой трубки длиной 60—80 *мм*, надеваемой на окуляр прицела. При отсутствии наглазника в окуляре прицела наблюдаются изображения местных предметов, расположенных сзади стрелка, которые отражаются в окуляре, как в зеркале. Эти изображения появляются в виде темных изображений или теней и делают в некоторых случаях прицеливание вовсе невозможным. Резиновый наглазник надевается на окуляр прицела. При пользовании прицелом днем края наглазника можно завернуть наружу и сдвинуть весь наглазник вперед вдоль трубы прицела.

Ввиду того что стрельба ночью ведется на небольшие дистанции, обычно не свыше 200 *м*, стрелять следует при постоянной установке прицела—3.

Некоторые иностранные фирмы, в частности фирма Цейсса, предлагают для ночных прицелов электрические осветительные устройства для освещения шкал. Однако это только усложняет прицел. Также нужно считать малоцелесообразным введение в конструкцию маховиков прицела специальных пружинных защелок, заскакивающих в вырезы при каждом повороте маховика на одно деление шкалы. Стрелок в этом случае должен выполнять установку, считая число щелчков. Наличие защелкивающего приспособления усложняет механизм и понижает точность установки, так как вырезы могут быть сделаны лишь с известным допуском; кроме того затрудняется установка днем прицела с точностью до части деления шкалы (например до $^1/_2$).

Наилучшим решением было бы изготовление шкал со светящимися делениями и цифрами.

ГЛАВА III

ПУЛЕМЕТНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ ПРИЦЕЛЫ

★

§ 22. Типы пулеметных оптических прицелов

Тип пулеметного прицела определяется боевым назначением и типом пулеметной установки, для которой он предназначается. В соответствии с этим пулеметные оптические прицелы можно разбить на следующие основные группы:

1) прицелы для ручных пулеметов;
2) прицелы для станковых пулеметов;
3) прицелы для специальных пулеметных установок: танковые, авиационные и зенитные.

Прицелы для ручных пулеметов предназначаются для стрельбы только прямой наводкой на дистанциях, не пре-

Рис. 45. Прицел для ручного пулемета

восходящих 1 500 — 2 000 *м*, по отдельным мелким группам и огневым точкам противника. Эти требования весьма близки к требованиям к винтовочному прицелу; поэтому обычно как в отношении своих конструктивных данных, так и правил применения прицелы для ручных пулеметов почти аналогичны винтовочным оптическим прицелам. Однако конструкция ручного пулемета (наличие автоматики, диска

с патронами) значительно усложняет установку прицела на пулемет. В этом случае прицелы в виде прямых телескопических (беспризменных) трубок могут быть установлены только сбоку от пулемета; для закрепления прицела в одной вертикальной плоскости с осью канала пулемета приходится ломать оптическую ось с помощью призм. Таким образом в отличие от винтовочных прицелов прицелы для ручных пулеметов обычно представляют короткие призменные трубки с об'ективом, расположенным выше окуляра (рис. 45).

Прицелы для специальных пулеметных установок тесно связаны со специфическими особенностями службы и методами стрельбы для этих установок; поэтому изложение их в рамках настоящей работы является невозможным.

В главе о пулеметном прицеле мы остановимся исключительно на группе прицелов для станковых пулеметов.

§ 23. Назначение и тактико-технические требования к прицелам для станковых пулеметов

Станковый пулемет предназначается для решения почти всех задач стрелкового оружия за исключением поражения близких целей. Основными задачами станкового пулемета являются:

1) обстрел широких и глубоких целей на дистанциях до 5 000 *м* (тяжелой пулей);

2) поражение целей, находящихся за обратными скатами;

3) стрельба по невидимым целям, положение которых известно по карте;

4) поражение целей ночью и в дыму;

5) стрельба по движущимся целям (танки, самолеты).

Трудность маскировки станковых пулеметов заставляет при современной мощности артиллерийского огня располагать их преимущественно на закрытых позициях.

В соответствии с перечисленными задачами станкового пулемета оптический прицел для него должен удовлетворять следующим основным требованиям.

1. Оптика прицела должна обеспечивать возможность стрельбы прямой наводкой на дистанциях до 5 000 *м* при возможно большем поле зрения для наблюдения широких по фронту целей, а также и для того, чтобы при стрельбе по движущейся цели возможно дольше цель оставалась в поле зрения прицела. Светосила прицела должна быть не менее нормальной, т. е. 36, для возможности стрельбы в условиях плохого освещения целей. Если учесть, что об-

щий вес пулеметного прицела не должен превосходить 2—3 *кг*, а следовательно вес оптической части прицела не может быть больше 500—600 *г*, то, как показывает опыт, наивыгоднейшим увеличением для пулеметного прицела является увеличение около 2×; при этом поле зрения при простом окуляре получается около 20°.

С точки зрения наблюдения на дальних дистанциях можно было бы стремиться к несколько большему увеличению, но в условиях станкового пулемета, кроме желания иметь большое поле зрения, имеет место еще одно соображение, которое заставляет ограничиться 2× увеличением. Прицел для пулемета должен обеспечивать возможность наблюдения за полем во время стрельбы, что имеет особенное значение при стрельбе в промежутки боевого порядка своих войск. Между тем тело пулемета и станок при стрельбе испытывают толчки, которые передаются прицелу и вызывают колебания наблюдаемой в прицел картины. Эти колебания кажутся глазу стрелка тем больше, чем больше увеличение прицела.

Для стрельбы с закрытых позиций оптика пулеметного прицела должна обеспечивать наводку по вспомогательным точкам, расположенным в различных направлениях относительно плоскости стрельбы (спереди, сбоку и сзади); при этом окуляр прицела должен оставаться неподвижным. Таким образом в качестве оптической части пулеметного прицела необходимо применять панораму. Сложность изготовления и дороговизна, а также значительный вес панорамных оптических систем, заставляют вместо полной панорамы, обеспечивающей круговое поле точек наводки (360°), ограничиваться для пулеметного прицела упрощенными полупанорамными системами, обеспечивающими часть полного поля точек наводки, т. е. допускающих например выбор точек наводки только впереди и по фронту (180°). Кроме того те же соображения приводят к попыткам заменить панораму более простой оптической системой, например оптической трубкой, закрепленной на угломерном столе прицела. Обычно такая система называется м о н о к у л я р о м. Угол поворота монокуляра будет равен углу между направлениями на цель и на точку наводки. Таким образом при расположении точек наводки по фронту окуляр монокуляра будет расположен под углом в 90° к оси ствола пулемета. Следовательно для непрерывной наводки наводчик должен будет занять неудобное положение, причем управление пулеметом придется выполнять только одной рукой. При расположении прицела не в одной плоскости с ручками пулемета, а с выносом

вперед к щиту наводка монокуляром по точкам наводки, расположенным слева от пулемета, будет вовсе невозможна. Наводка по точкам наводки, расположенным сзади пулемета, возможна исключительно с помощью панорамы. Панорама увеличивает поле точек наводки, чем облегчает выбор закрытых позиций для пулемета; панорама обеспечивает удобство и быстроту наводки при неизменном положении наводчика.

Учитывая трудность пристрелки пулемета по целям ввиду худшей, чем для артиллерийских снарядов, видимости места падения пуль, а также меньшего, чем у орудия, бокового рассеивания пулемета, необходимо чтобы точность угломерного механизма пулеметной панорамы была не меньше точности орудийной панорамы, а следовательно пулеметная панорама должна допускать измерение углов с точностью до 0,001 дистанции до цели.

Максимальный угол прицеливания для станкового пулемета, соответствующий дистанции 5 000 *м*, равен 30°. Установку такого угла нельзя выполнить механизмом, перемещающим перекрестие прицельных нитей в поле зрения прицела, так как если для этой цели использовать все поле зрения прицела, то получим угол прицеливания не свыше 20°. Поэтому в пулеметных прицелах приходится вводить специальный механизм для установки углов прицеливания, вынесенный вне оптической системы и осуществляющий установку углов прицеливания вращением всего корпуса прицела вместе с оптической частью относительно горизонтальной оси, жестко связанной с кронштейном. Для стрельбы с закрытой позиции прицел должен иметь механизм для установки углов местности цели независимо от угла прицеливания, т. е. уровень. Установка угла прицеливания и угла местности должна суммироваться в прицеле автоматически и передаваться уровню. Установка углов прицеливания должна выполняться с помощью дистанционной шкалы, нарезанной в гектометрах. Установка угла местности выполняется в тысячных дистанции.

Для установки пулемета без бокового наклона служит специальный поперечный уровень.

Все механизмы прицела должны допускать регулировку (приведение шкал к нулевым делениям после установки оптической оси прицела параллельно оси канала пулемета).

2. Установка прицела на пулемет должна удовлетворять следующим основным требованиям:

а) вызывать минимальную прорезь в щите при сохранении всего поля зрения прицела;

б) обеспечивать возможно меньшую качку прицела при стрельбе;

в) обеспечивать удобство и быстроту наводки и не стеснять работы при пулемете;

г) обеспечивать быструю съемку прицела с кронштейна и постановку на кронштейн без необходимости каждый раз регулировать нулевую линию прицеливания.

§ 24. Основные вопросы устройства (конструкции) оптического прицела для станковых пулеметов

Общий вид монокулярного пулеметного прицела для стрельбы прямой и раздельной наводкой приведен на рис. 46.

Работа с этим прицелом при стрельбе раздельной наводкой (с закрытой позиции) выполняется в следующей последовательности.

Действуя на маховик (*7*), вращают монокуляр (*6*) вокруг вертикальной оси до тех пор, пока деления лимба (*8*) и барабана (*9*), равные скомандованной установке угломера по заданной цели, не установятся против соответствующих указателей. Например скомандован угломер 28-75. Вращают маховик (*7*) до тех пор, пока деление лимба 28 и деление барабана 75 не установятся против своих указателей на корпусе прицела. Действуя на маховик (*3*), устанавливают по шкале (*4*) относительно указателя (*5*) дистанцию до цели и маховиком (*1*) по шкале (*2*) угол местности цели. Действуя на подъемный механизм пулемета, опускают (поднимают) казенную часть пулемета (при этом прицел, связанный с телом пулемета,

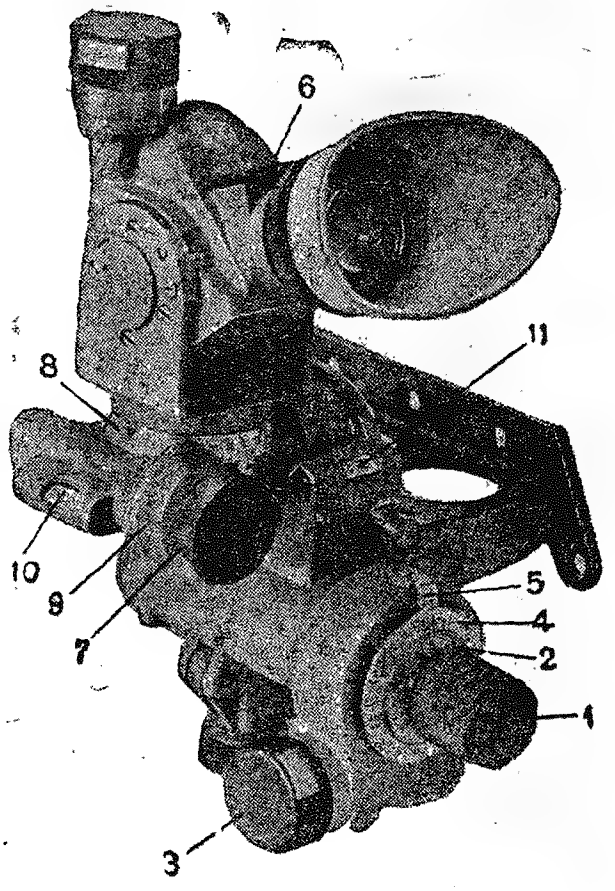

Рис. 46. Общий вид монокулярного пулеметного прицела.

1 — маховик углов местности, *2* — шкала углов местности, *3* — маховик углов прицеливания, *4* — шкала углов прицеливания, *5* — указатель, *6* — монокуляр, *7* — маховик угломера, *8* — лимб угломера монокуляра, *9* — барабан, *10—11* — уровень

будет наклоняться), до тех пор пока пузырек уровня (*10*) не станет на середину трубки уровня. Глядя в окуляр (*6*), вращают пулемет в горизонтальной плоскости (с помощью механизма бокового рассеивания), до тех пор пока вертикальный волосок прицельных нитей не пройдет через точку наводки.

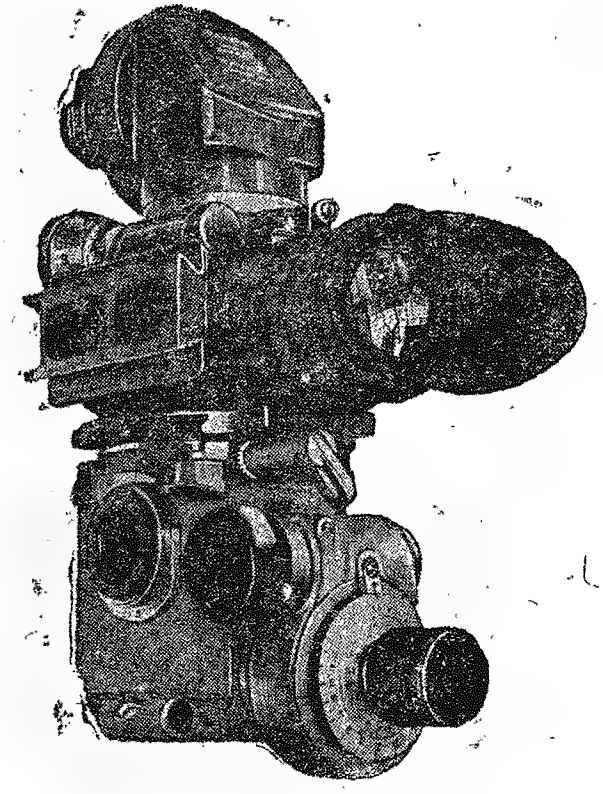

Рис. 47. Общий вид пулеметного прицела с панорамой вместо монокуляра

На рис. 47 приведен прицел аналогичного устройства, но с панорамой вместо монокуляра. В этом случае установка угломера производится только вращением головной части. Окуляр при этом остается неподвижным, обеспечивая неизменное положение наводчика относительно пулемета при любом направлении на точку наводки.

Аналогично винтовочному прицелу в поле зрения панорамы пулеметного прицела имеется перекрестие прицельных нитей или в виде сплошного креста из двух нитей (рис. 48) или с разрывом в центре поля, причем нижняя часть

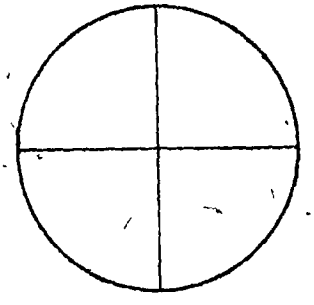

Рис. 48. Перекрестие двух прицельных нитей в виде сплошного креста

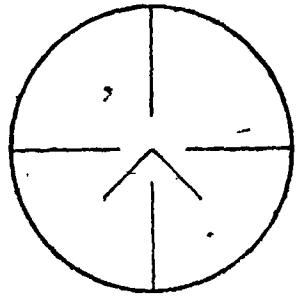

Рис. 49. Перекрестие прицельных нитей с разрывом в центре поля

вертикальной нити заканчивается углом (рис. 49). При прямой наводке центр перекрытия, или вершина угла, совмещается с точкой прицеливания. Более удобными являются нити, изображенные на рис. 49, так как в этом случае

вершину угла можно точнее совместить с точкой прицеливания, особенно при небольших размерах цели. При раздельной наводке достаточно совместить с точкой наводки только вертикальную нить, так как угол прицеливания в этом случае придается пулемету по уровню.

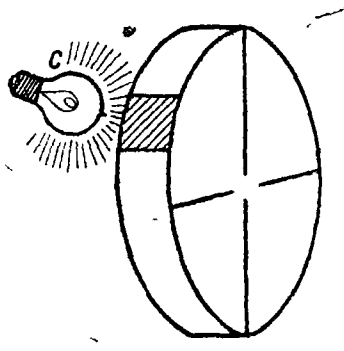

Рис. 50. Освещение перекрестия электрической лампочкой

Прицельные нити в пулеметном прицеле делаются не из проволок, а наносятся на тонкой стеклянной пластинке, которая устанавливается в фокальной плоскости об'ектива панорамы. Пластинка сначала покрывается воском, затем иглой на воске наносят линии и затем пластинку опускают в кислоту, которая травит стекло в местах, с которых снят воск. Стеклянная пластинка с прицельными нитями называется сеткой. Изготовление прицельных нитей травлением на стеклянной пластинке позволяет освещать их для стрельбы ночью. Освещение перекрестия основывается на законе полного внутреннего отражения. В корпусе окулярной трубки сбоку в одной плоскости с сеткой делается окно,

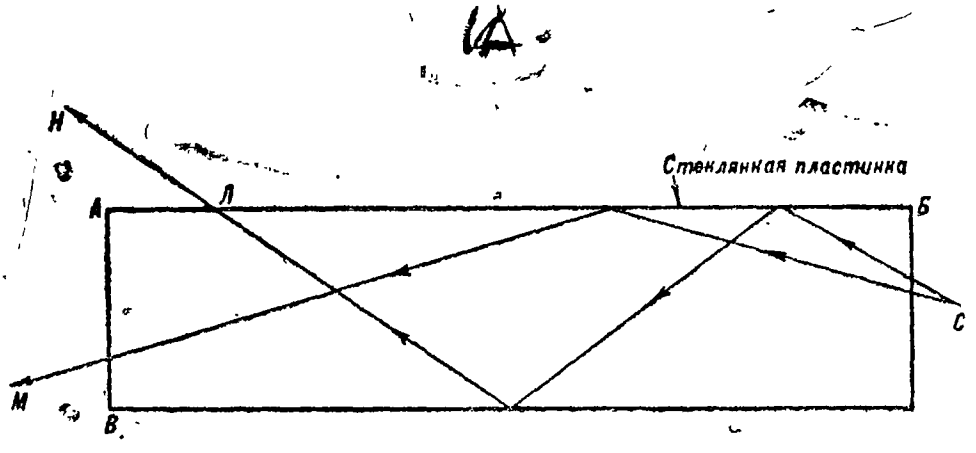

Рис. 51. Ход световых лучей при освещении перекрестия

против которого помещают электрическую лампочку (рис. 50). Если сбоку от стеклянной пластинки поместить источник света *С* (рис. 51), то лучи света, войдя в стекло через грань *БГ*, встретят грани *АБ* и *ВГ* под углами, большими предельного угла. Поэтому лучи будут многократно отражаться от поверхности *АБ* и *ВГ* и смогут выйти наружу только через вторую боковую грань *АВ*. Наводчику, смотрящему в направлении, перпендикулярном граням *АБ* и *ВГ*, пластинка будет казаться темной (если она рассматривается на темном

фоне). Если же на пластинке вытравлена черта *Л*, то лучи, попавшие на эту черту, например луч *СН*, выйдут наружу, так как углы падения в протравленном месте пластинки меньше предельного угла полного внутреннего отражения. Поэтому на темном фоне черта *Л* будет казаться наводчику светящейся линией.

Остановимся теперь на некоторых основных вопросах устройства прицела для станковых пулеметов.

1. Боевая ценность станкового пулемета значительно возрастает благодаря применению оптического пулеметного прицела. В этом отношении, учитывая усложнение боевых задач станкового пулемета в соответствии с увеличением мугущества его огня (тяжелая пуля), следует считать оптический прицел необходимой и неотъемлемой принадлежностью станкового пулемета. С увеличением дальности убойного выстрела до 5 000 *м* станковый пулемет в отношении прицельных приспособлений должен быть поставлен на одну линию с артиллерийским орудием, тем более что благодаря более мелким, чем для орудия, целям и большей трудности наблюдения за местом падения пуль по сравнению с наблюдением разрывов снарядов пулемет требует более точной наводки. Практически нужно считать, что прицеливание с неоптическим прицелом на дистанциях свыше 2—2,5 *км* при средних условиях освещения цели является неудовлетворительным, даже при хорошо тренированных наводчиках. С другой стороны огромное насыщение стрелковых соединений современных армий станковыми пулеметами делает оптический пулеметный прицел придметом массового снабжения. Конструкция прицела для станкового пулемета должна с одной стороны обеспечивать удовлетворительное решение всех боевых задач пулемета, а с другой стороны быть по возможности простой и дешевой для производства. Производственная простота и невысокая стоимость прицела — это не только вопрос экономический, это и боевой вопрос так как удовлетворительностью его решения определяется быстрота насыщения, замены и пополнения армии прицелами в военное время. Известно, что отдельные требования к предмету вооружения часто противоречат друг другу, так например требование повышения увеличения оптического прибора сопряжено с неизбежным сокращением поля зрения. Поэтому приходится выбирать наивыгоднейшую комбинацию из ряда необходимых требований. Для образца, рассчитанного на массовое производство, требование простоты и экономичности конструкции необходимо учитывать наравне с остальными боевыми требованиями. В этом отношении для пул

метного прицела с точки зрения простоты конструкции решающее значение приобретает требование к способу нанесения шкал для установки углов прицеливания. Если требовать, чтобы шкала для установки углов прицеливания для всех дистанций стрельбы была нанесена например в гектометрах или в метрах (дистанционная шкала) для возможности стрельбы во всех случаях без помощи таблиц стрельбы, то конструкция прицела не может быть простой. В этом случае прицел должен иметь два отдельных механизма: один — для установки углов прицеливания с дистанционной шкалой и другой — для установки углов местности со шкалой в тысячных. Оба механизма должны быть независимы друг от друга, т. е. при установке угла прицеливания для любой дистанции механизм углов местности должен допускать установку любого угла местности в пределах, допускаемых прицелом. При этом установка на дистанционной шкале не должна сбиваться. Действие обоих механизмов должно суммироваться в прицеле автоматически и давать наклон панорамы и оси уровня на угол возвышения, равный сумме или разности устанавливаемых углов прицеливания и местности. В механических конструкциях такое сложение действия двух независимых друг от друга механизмов достигается системой так называемого диференциала, достаточно сложного в условиях массового производства. Если же ограничиться дистанционной шкалой для стрельбы только прямой наводкой при углах прицеливания не свыше 6°, то конструкция механической части прицела может быть весьма простой, так как в этом случае отпадает необходимость иметь отдельный механизм для установки углов местности и упрощается конструкция шкалы механизма углов прицеливания (вместо спиральной дистанционной шкалы можно иметь кольцевую).

Этими соображениями и об'ясняется то, что наиболее крупные иностранные фирмы оптико-механической промышленности разрабатывают прицелы для станковых пулеметов именно с таким расположением шкал. Один из таких прицелов представлен на рис. 52. При стрельбе прямой наводкой на дистанции до 2 600 *м* угол прицеливания устанавливается по дистанционной шкале (*3*) относительно указателя (*5*). При стрельбе на большие дистанции, а также при стрельбе с раздельной наводкой при наличии углов местности цели установка угла возвышения выполняется в тысячных тем же маховиком (*1*) по шкале (*2*) относительно указателя (*6*) и по шкале (*4*) относительно указателя (*7*).

Одно деление шкалы (*2*) равно 0,001 дистанции и одно деление шкалы (*4*) равно 0,100 дистанции.

Угол возвышения определяется командиром как сумма или разность углов прицеливания и местности, причем угол прицеливания определяется с помощью таблицы. Оптическую часть этого прицела мы рассмотрим в дальнейшем.

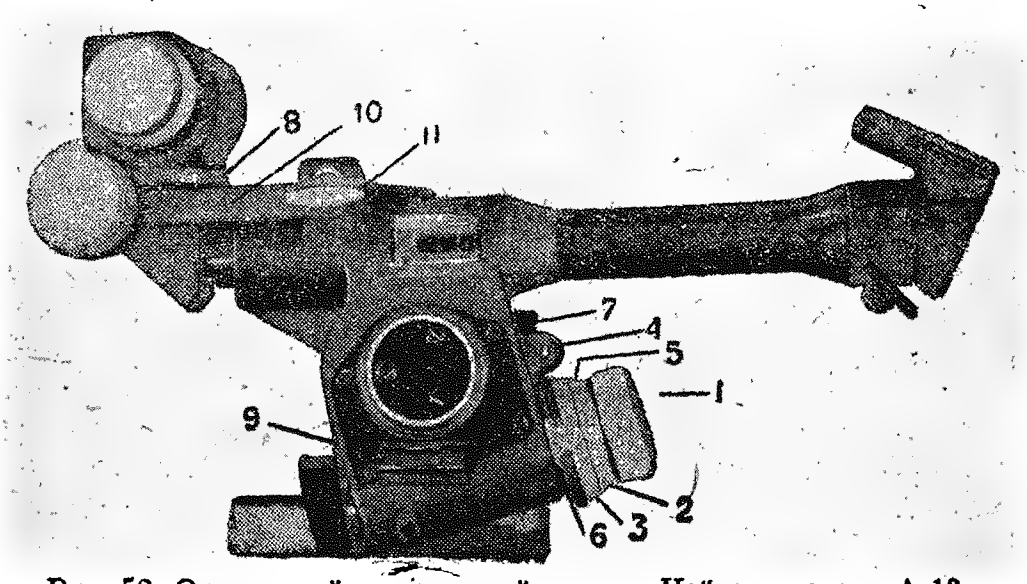

Рис. 52. Оптический пулеметный прицел Цейсса, модель А-13.

1 — маховик, *2* — шкала тысячных, *3* — дистанционная шкала, *4* — шкала сотен тысячных, *5*, *6* и *7* — указатели, *8* — лимб панорамы, *9* — уровень, *10* — головная часть панорамы, *11* — зажим

Чем же об'яснить, что раздельная установка углов прицеливания и местности для пулеметного прицела требует применения сложного механизма, в то время как в прицелах артиллерийских орудий эта задача решается значительно проще?

Это об'ясняется тем, что для пулемета благодаря меньшим дистанциям стрельбы, чем для орудия, имеют гораздо большее значение ошибки при горизонтальной наводке вследствие наклона лимба панорамы.

§ 25. Влияние наклона лимба панорамы на точность горизонтальной наводки.

Для того чтобы наводка по вспомогательной точке была правильной, т. е. для того чтобы в результате наводки угол между осью канала пулемета и направлением на точку наводки был равен углу, установленному на панораме, необходимо, чтобы плоскость лимба панорамы (лимб угломера монокуляра (*8*) на рис. 46 и лимб панорамы (*8*) на рис. 52) была горизонтальна. Панорама или монокуляр устанавлива-

ются на заводе таким образом, чтобы плоскость лимба была параллельна осям бокового и поперечного уровня (уровень (*10*) и (*11*) на рис. 46 и уровень (*9*) на рис. 52). Поэтому при наводке по направлению необходимо, чтобы пузырьки уровней стояли на середине и чтобы параллельность между плоскостью лимба панорамы и осями уровней не была нарушена. Если это условие не выполнено, т. е. если

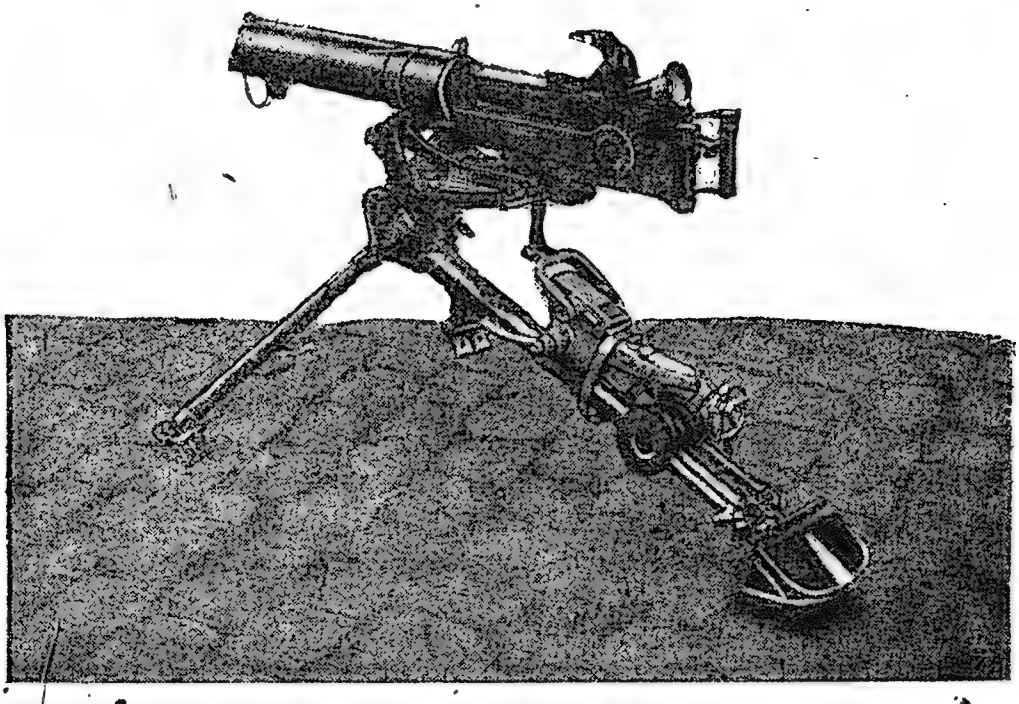

Рис. 53. Крепление прицела на стенке короба пулемета

лимб панорамы наклонен к горизонтальной плоскости, то установив по панораме измеренный между направлениями на цель и на точку наводки угол, а также совместив (вращая пулемет) вертикальный волосок прицельных нитей с точкой наводки, мы придадим пулемету угол, отличный от угла, установленного на панораме. И следовательно наводка по направлению будет выполнена с ошибкой. Ниже приводится таблица величин ошибок боковой наводки при различных углах наклона лимба панорамы и при различных углах наводки. При этом мы считаем, что пулемет установлен без наклона в поперечном направлении (без наклона оси панорамы) и лимб панорамы параллелен оси поперечного уровня, т. е. наклон лимба панорамы проходит только в плоскости стрельбы.

Рассматривая таблицу ошибок, мы замечаем, что ошибки от наклона лимба панорамы зависят от величины угла наклона лимба и от величины угла боковой наводки. Чем боль-

Угол боковой наводки		Угол наклона лимба панорамы в тысячных			
		0-50 (3°)	1-00 (6°)	2-00 (12°)	3-00 (18°)
градусы	тысячные	ошибки в боковой наводке в тысячных			
10	1-66	1	3	3	9
20	3-22	1	3	6	14
30	4-98	1	6	9	20
40	6-64	1	6	11	25
50	8-30	1	6	11	25
60	9-96	1	6	9	20
70	91-60	1	3	6	14
80	13-28	1	3	3	9
90	15-00	0	0	0	0

ше угол наклона лимба панорамы, тем больше ошибка в боковой наводке. С увеличением угла боковой наводки от 0 до 45° ошибка в наводке возрастает, а затем при дальнейшем увеличении угла наводки вновь убывает. Для углов боковой наводки, равно отстоящих от 45°, например 10° и 80°, 30° и 60° и т. д., ошибка за счет наклона лимба одинакова. Та же картина будет повторяться, если мы будем рассматривать углы боковой наводки от 90° до 180°, от 180 до 270°, и от 270° до 360°. При этом наименьшие ошибки будут иметь место при углах боковой наводки 90°, 180°, 270° и 360° и наибольшие при углах 45°, 135°, 225° и 315°. Таким образом наименьшее значение ошибки от наклона лимба панорамы будем иметь при выборе вспомогательной точки наводки в плоскости стрельбы или в плоскости, перпендикулярной плоскости стрельбы.

Для артиллерийских орудий, предназначенных для действия главным образом в малопересеченной местности, наклон лимба панорамы не имеет особенного значения, так как дистанции артиллерийского огня обычно бывают не меньше 3—4 *км*. Действительно на дистанции 3 000 *км* превышение цели над батареей 300 *м* дает угол местности цели, равный 100 делениям угломера, т. е. 6°; при этом ошибка в боковой наводке от наклона лимба панорамы даже при наихудшем расположении точки наводки относительно плоскости стрельбы (под углом 45°, 135°, 225° и 315°) не превзойдет 6 тысячных. Для станкового пулемета равнозначная дистанция стрельбы по действительности огня будет 1000—1 500 *м* (при предельной достигаемости 500 *м*), и следовательно при том же превышении цели 300 *м* угол местности бу

дет равен 18°; таким образом ошибка от наклона лимба панорамы может доходить до 25 тысячных, что является явно неприемлемым.

Отсюда можем заключить, что механизм углов местности пулеметного прицела не должен давать наклона лимба панорамы. Это может быть достигнуто только в том случае, если при установке углов местности ось уровня остается параллельной лимбу панорамы. Следовательно мы приходим к необходимости иметь два механизма: углов прицеливания и углов местности, качающих независимо друг от друга корпус прицела вместе с панорамой и уровнем, расположенных на общей оси, а это может быть выполнено только с помощью сложного диференциального механизма. Однако и при диференциальном механизме боковая наводка будет только тогда правильной, когда мы будем соблюдать следующую последовательность ее выполнения.

Сначала необходимо выполнить на прицеле все скомандованные установки (угломер, дистанция, угол местности); затем, действуя на под'емный механизм, привести пузырек уровня на середину; при этом лимб уровня займет горизонтальное положение. И только после этого, действуя на механизм боковой наводки пулемета, следует наводить на вспомогательную точку.

Несоблюдение этой последовательности приведет к ошибке, зависящей от наклона лимба панорамы. Предварительно пулемет должен быть установлен без бокового наклона с помощью поперечного уровня; в противном случае также произойдет ошибка в наводке. При этом ошибка в данном случае произойдет от двух причин: от наклона оси цапф пулемета и от наклона лимба панорамы. Наклон оси цапф пулемета даст ошибку в наводке как по направлению, так и в угле возвышения; поэтому необходимо принимать все меры к установке пулемета без бокового наклона.

§ 26. Установка прицела на пулемете

Существуют два способа установки оптического прицела на пулемете: крепление прицела на стенке короба пулемета и крепление прицела на столе станка пулемета. При креплении пулеметного прицела на стенке короба пулемета (рис. 53) особенное значение приобретает вес прицела. При таком способе крепления прицел находится на большом расстоянии от оси вращения тела пулемета на станке, и следовательно при вибрациях тела пулемета во время стрельбы вес прицела создает большой мо-

мент, увеличивающий колебания пулемета. Это приводит к понижению кучности боя пулемета и к износу под'емного механизма станка.

Как показывает опыт, вес пулеметного прицела не должен превосходить 1,5 *кг*, для того чтобы его вредное влияние было практически незаметным. В противном случае для пулемета с оптическим прицелом необходимо иметь специальный станок с более прочным под'емным механизмом, чем это имеет место в пулеметах, рассчитанных на неоптический прицел.

Крепление прицела на стенке короба имеет еще и тот недостаток, что благодаря большому удалению прицела от щита пулемета при большом поле зрения прицела приходится делать в щите прорезь такой величины, что щит фактически сводится на-нет.

Наблюдение в прицел при стрельбе хотя бы за пределами рассеивания пуль является очень затруднительным.

Существенным достоинством крепления прицела на стенке короба является то, что при этом окуляр прицела может быть помещен непосредственно у глаза при нормальном положении наводчика относительно пулемета.

В этом отношении значительно большие преимущества имеет крепление пулеметного прицела на станке пулемета. Конструктивно такое крепление может быть выполнено различно. Так например в конструкции, изображаемой на рис. 54, на станке пулемета имеется специальная цапфа, на которую садится пулеметный прицел. Цапфа лежит в подшипнике, укрепленном на станке, и системой зубчатой передачи соединяется непосредственно с маховиком под'емного механизма станка.

При действии на маховик под'емного механизма цапфа с прицелом вращается синхронно (т. е. с одинаковой скоростью и в одном направлении с телом пулемета).

Крепление прицела на станке пулемета обеспечивает:

а) возможность при стрельбе вести наблюдение за пределами рассеивания, так как станок испытывает значительно меньшие вибрации, чем тело пулемета;

б) возможность приближения прицела к щиту, что позволяет ограничиться в щите сравнительно небольшой прорезью;

в) разгрузку тела пулемета от влияния веса прицела;

г) возможность увеличения веса прицела.

Недостаток этого способа крепления: наводчик вынужден благодаря выносу прицела вперед к щиту занимать поло-

жение при наводке, отличное от положения при стрельбе с неоптическим прицелом, причем управление пулеметом становится менее удобным и требует специальной тренировки.

Для устранения этого недостатка иностранные фирмы стали разрабатывать в последнее время панорамы для пулеметных прицелов с длинной окулярной трубкой.

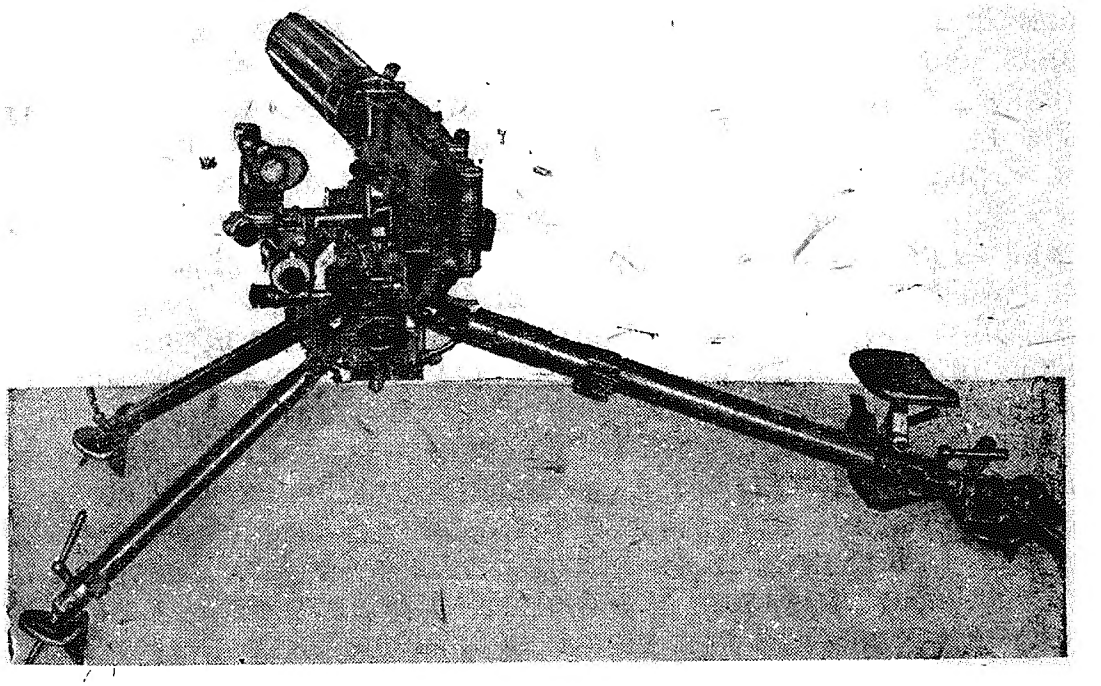

Рис. 54. Крепление прицела на станке пулемета

Такая панорама обеспечивает наводку при нормальном положении наводчика (обе руки на ручках пулемета) при одновременном значительном выносе прицела к щиту для уменьшения прорези в щите. При стрельбе с панорамой с длинным окуляром прямой наводкой под большими углами возвышения или склонения наводка будет неудобной благодаря значительному смещению окуляра вниз или вверх от горизонтального положения. Поэтому прицел снабжается специальным зеркалом, которое в этих случаях допускает возможность наводки с визированием сверху, сбоку или снизу окуляра.

★

В заключение остановимся на том направлении, в котором в настоящее время работают иностранные фирмы в области усовершенствования пулеметного оптического прицела. Главная цель этих работ — создание универсального пулеметного

прицела, т. е. такого прицела, который позволил бы вести огонь не только по наземным целям, но и по воздушным. Нужно сказать, что задача эта очень трудная. Об'ясняется это тем, что требования к прицелу для наземной и для зенитной стрельб очень различны. В то время как прицел для стрельбы по наземным целям должен быть главным образом рассчитан на стрельбу раздельной наводкой, пулеметный зенитный прицел предназначен для стрельбы только прямой наводкой с возможностью автоматического учета упреждений на ход цели. Вследствие этого и оптические характеристики и механизмы зенитного прицела должны быть весьма отличны от характеристик прицела для наземной стрельбы. Мы уже говорили, что для пулеметного прицела для стрельбы с закрытых позиций необходима панорамная оптика. В то же время для зенитного пулеметного прицела выгоднее иметь телескоп (т. е. прямую оптическую трубку), так как телескоп благодаря отсутствию призм может обеспечить большее поле зрения, чем панорама при том же размере прицела.

Для действительности пулеметного огня по самолетам ввиду больших скоростей движения цели прицел должен быть автоматическим, т. е. по установке на прицеле входных данных (дистанции или высоты полета цели, скорости и направления движения цели) прицел должен мгновенно сам придать оптической оси такое положение относительно оси канала ствола пулемета, чтобы в результате совмещения перекрестия прицела с целью пулемет получил угол возвышения и направление, отвечающие будущей точке встречи самолета и пули в пространстве.

Если ввести автоматику в пулеметный прицел для стрельбы по наземным целям, то он выйдет настолько сложным, громоздким и дорогим, что применение его для пулеметов будет нерациональным. Поэтому в универсальном прицеле приходится итти по линии упрощения решения обеих задач как наземной, так и зенитной стрельбы. Примером такого универсального прицела может служить прицел, приведенный на рис. 52. Для стрельбы по зенитной цели головная часть панорамы (*10*) этого прицела сделана с'емной. Отжав зажим (*11*), можно снять головную часть вместе с угломерным механизмом, и оптика прицела обратится в простую оптическую трубку (телескоп). Для придания пулемету при зенитной стрельбе угла прицеливания и учета упреждений на ход цели служит специальная сетка в поле зрения оптической трубки. Сетка состоит из перекрестия и расположенных вокруг него двух эллипсов и ряда радиальных прямых линий, т. е. иду-

щих по направлению радиусов поля зрения от краев к центру перекрестия (рис. 55).

Эллипсы рассчитаны для определенных условий стрельбы. Наружный эллипс рассчитан для скорости движения цели 50 *м/сек*, дальности стрельбы 800 *м* и угла возвышения 50°. Внутренний эллипс — для скорости 50 *м/сек*, дальности 300 *м* и угла возвышения 30°.

Наводка выполняется следующим образом. Вращая пулемет в вертикальной и горизонтальной плоскостях, добиваются того, чтобы самолет казался в прицеле летящим вдоль одной из радиальных прямых сетки от края поля зрения к центру перекрестия. Если дистанция до цели 800 *м* или 300 *м* и угол местности равен 50° или 30°, то огонь открывается в тот момент, когда самолет дойдет до наружного или внутреннего эллипса. Если дистанция до цели или угол местности отличны от тех, для которых нанесены эллипсы, например дистанция 500 *м*, угол местности 40°, то огонь открывается, когда цель будет примерно посредине между наружным и внутренним кольцами. При переходе к зенитной стрельбе необходимо шкалы уставить на 0.

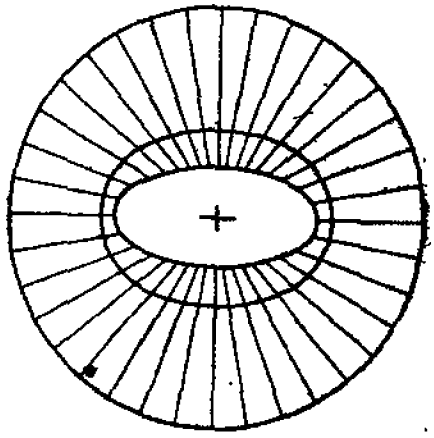

Рис. 55. Эллиптическая сетка в поле зрения оптического универсального пулеметного прицела

Очевидно, что стрельба с такой сеткой значительно менее точна, чем например с кольцевым прицелом обр. 1929 г., так как прицел с эллиптической сеткой представляет по существу как бы два кольцевых прицела, из которых один постоянно установлен для дистанции 800 *м*, угла местности 50° и скорости самолета 50 *м/сек*, а второй — для дистанции 300 *м*, угла местности 30° и той же скорости цели 50 *м/сек*.

Если цель движется при других условиях, то с кольцевым прицелом мы можем это учесть изменением установок. На эллиптической сетке мы можем учитывать наглаз изменение 1—2 элементов движения цели, т. е. значительно менее точно.

Панорама со с'емной головиой частью представляет то неудобство, что в этом случае не удается иметь в панораме выпрямляющуюся призму и следовательно боковые вспомогательные точки наводки нам будут казаться сваленными относительно перекрестия; поэтому при раздельной наводке необходимо совмещать не вертикальную нить перекрестия с вехой или каким-либо вертикальным предметом, выбранным в каче-

стве вспомогательной точки наводки, а центр перекрестия. Сваливание точки наводки затрудняет наводчика и замедляет наводку.

Универсальный пулеметный оптический прицел пока-что не удовлетворяет требованиям ни для наземной, ни для зенитной стрельбы.

Современный станковый пулемет в настоящее время должен иметь как правило два прицела: оптический для стрельбы по наземным целям и кольцевой автоматический для стрельбы по зенитным целям. Станковый пулемет ведет огонь главным образом по низко летящим самолетам, а при этих условиях угловые скорости цели будут столь значительны, что оптический прицел даже с большим полем зрения является для стрельбы по зенитным целям менее удобным, чем неоптический кольцевой прицел.